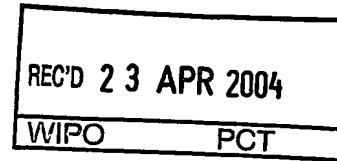


Elo4/003277



BEST AVAILABLE COPY

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 16 901.6

**Anmeldetag:** 12. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** Roche Diagnostics GmbH, Mannheim/DE

**Bezeichnung:** Kontrollsystem und Kontrollverfahren zum Überprüfen der Funktion von LCD-Anzeigen

**IPC:** G 01 R, G 09 G, G 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
 Der Präsident  
 Im Auftrag

Letang

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

RD 4777/00/DE

Anmelder: Roche Diagnostics GmbH  
5 Mannheim, DE

Kontrollsystem und Kontrollverfahren zum  
Überprüfen der Funktion von LCD-Anzeigen

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein entsprechen-  
des elektronisches Meßsystem zum Überprüfen der Funktion  
von einzelne Anzeigesegmente umfassenden LCD-Anzeigen  
15 anhand des Unterschiedes in der elektrischen Kapazität  
defekter und intakter Anzeigesegmente, insbesondere bei  
medizinischen Meß- oder Diagnosegeräten.

Das fehlerfreie Funktionieren der Anzeige ist bei vielen  
20 Anwendungen von großer Wichtigkeit. Bei medizintechni-  
schen Geräten, z.B. Blutzuckermessgeräten, können Defekte  
der Meßwertanzeige zu Falschablesungen führen, was zu  
einer lebensbedrohlichen Fehlinformation des Benutzers,  
beispielsweise aufgrund einer resultierenden Fehldosie-  
25 rung eines Medikamentes, und zu lebensbedrohlichen Situa-  
tionen führen kann.

Ein erstes Beispiel einer solchen Fehlfunktion ist der  
Ausfall des Dezimalpunktes bei einer mmol/l-Anzeige, bei-  
30 spielsweise aufgrund einer Leitungsstörung oder eines  
Defektes der Anzeige. Ein zweites Beispiel ist der Aus-  
fall zweier Segmente, durch die eine führende 4, z.B. bei  
einer Anzeige eines Glucosemeßwertes von 415 mg, zu einer  
führenden 1 wird und das Ergebnis zu 115 mg verfälscht.

35

Insbesondere bei batteriebetriebenen Geräten haben sich Flüssigkristallanzeigen (englisch: liquid crystal displays, LCDs) gegenüber anderen Anzeigen weitgehend durchgesetzt, da sie einen geringen Strombedarf haben, mit  
5 niedrigen Betriebsspannungen betrieben werden können, die elektronische Ansteuerung leicht realisierbar ist, sie einen hohen Kontrast und eine große Schärfe aufweisen, die Form der Anzeigesegmente mit einfachen lithographischen Verfahren nahezu beliebig gestaltet werden kann,  
10 wobei auch großflächige Segmente oder Anzeigen realisierbar sind, sie eine geringe Bautiefe aufweisen und einfach zu montieren sind. Derartige LCD-Anzeigen umfassen mehrere einzeln aktivierbare Segmente, wobei ein Segment ein Zeichen oder Symbol oder ein Teil eines Zeichens oder  
15 Symbols darstellt.

Die darzustellenden alpha-numerischen Zeichen und Symbole sind bei LCDs als transparente Vorderelektroden auf einem Deckglas aufgebracht und bilden zusammen mit auf einem  
20 Trägerglas aufgebrachten Rückelektroden und der über Abstandshalter definierten Flüssigkristallschicht als Dielektrikum jeweils kapazitive Speicher für elektrische Ladungen.

Es ist jedoch bekannt, daß bei LCDs Segmente oder ganze Zeichen ausfallen können, was die oben genannten Risiken zur Folge hat. Aus diesem Grund wird üblicherweise beim Einschalten eines Gerätes mit einer LCD-Anzeige für eine kurze Dauer von typischerweise 2 bis 4 Sekunden die  
30 Anzeige komplett dargestellt, wobei alle Segmente aktiviert sind. Der Benutzer des Gerätes kann in dieser Zeit visuell kontrollieren, ob alle Segmente bzw. Zeichen und Symbole dargestellt werden.

Ein erster Nachteil besteht jedoch darin, daß in der praktischen Anwendung die Benutzer eine solche visuelle Überprüfung häufig nicht durchführen. Ein zweiter Nachteil ist ferner, daß bei dieser Methode die Anzeige nur  
5 zum Zeitpunkt des Einschaltvorganges überwacht werden kann und der Ausfall eines oder mehrerer Segmente im laufenden Betrieb für den Benutzer unbemerkt bleibt.

Zur Behebung dieser Nachteile wurden Verfahren vorgeschlagen, bei denen die elektrische Kapazität der LCD-Segmente als Hilfsgröße für die Überprüfung der Funktionstüchtigkeit dient. Die Überprüfung beruht dabei auf der Abweichung der Kapazität bei einer Fehlfunktion, denn die Kapazität intakter und nicht intakter Anzeigesegmente  
15 unterscheidet sich. Aus der Kapazität wird auf das korrekte Funktionieren oder das Vorliegen eines Fehlers geschlossen. Es wurden unterschiedliche Meßverfahren vorgeschlagen, die auf der Messung einer von der Kapazität der Anzeigesegmente abhängigen elektrischen Meßgröße  
20 beruhen, beispielsweise auf der Messung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung an dem Anzeigesegment oder auf der Messung der Höhe des Betriebsstromes.

Bei dem Dokument WO 95/14238 basiert die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der LCD-Segmente auf deren intrinsischer Kapazität, die gemessen wird. Bei einer Abweichung wird auf einen Fehler geschlossen. Die LCDs werden mit Wechselspannung betrieben und es wird der Betriebsstrom gemessen. Eine Besonderheit der Funktionsprüfung besteht  
25 darin, daß der Strom bei verschiedenen Betriebsfrequenzen gemessen und geprüft wird, ob innerhalb eines bestimmten Frequenzbereichs vorgegebene Bereichsgrenzen für den Strom eingehalten werden. Daraus können verschiedene Rückschlüsse über unterschiedliche Fehlerzustände und  
30 Fehlerursachen gezogen werden.  
35

Nachteilig bei diesem vorbekannten Verfahren ist jedoch, daß keine schädlichen, die Überprüfung verfälschenden parasitären Koppelkapazitäten berücksichtigt werden und  
5 daß das Verfahren nur für LCD-Anzeigen beschrieben ist, die für jedes LCD-Anzeigesegment separate Segment- und Rückführelektroden aufweist.

Aus dem Dokument EP 0 015 914 B1 ist ein Verfahren  
10 bekannt, bei dem die LCD-Anzeigesegmente dadurch überwacht werden, daß die LCDs mit getakteter Spannung oder Wechselspannung angesteuert werden und aus dem zeitlichen Verlauf der Spannung auf das korrekte Funktionieren der Segmente geschlossen wird. Das Meßverfahren basiert  
15 darauf, daß sich bei einem Kurzschluß oder einem defekten Segment die Kapazität ändert, woraus eine Abweichung in der Anstiegs- oder Abfallgeschwindigkeit der Spannung resultiert. Das beschriebene Verfahren ist allerdings nur für LCD-Anzeigen mit gemeinsamer Rückelektrode spezifi-  
20 ziert und nur für das Erkennen von Leitungsunterbrechungen und Kurzschlüssen zwischen Segment- und Rückelektrode geeignet.

Allen vorbekannten Verfahren ist gemeinsam, daß sie auf  
25 einer absoluten Messung beruhen, wobei eine Prüfung auf die Einhaltung gewisser Grenzen eines Absolutwertes einer Kapazität erfolgt. Aus diesem Grund haben die vorbekannten Verfahren den Nachteil, daß sie eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Temperaturdriften und anderen Drift-  
30 vorgängen sowie Bauteilstreuungen aufweisen. Dies ist insbesondere deshalb nachteilig, weil die Segmente von LCD-Anzeigen nur eine sehr geringe Kapazität aufweisen.

Ferner arbeiten die vorbekannten Verfahren, insbesondere  
35 solche, die auf der Bestimmung von Aufladezeitkonstanten

beruhen, oft nicht gleichspannungsfrei, erfordern eine Variation der Meßfrequenz und werden bei niedrigen Kapazitäten hinsichtlich der Kapazitätsbestimmung zunehmend nichtlinear.

5

Der Erfindung liegt unter Berücksichtigung dieses Standes der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein entsprechendes elektronisches Meßsystem zum Überprüfen der Funktion von LCD-Anzeigen zu schaffen, mit dem eine  
10 zuverlässige, benutzerunabhängige, vollautomatische Überprüfung der Funktion möglich ist, wobei das Verfahren mit geringem Aufwand, beispielsweise mittels CMOS-Technologie in einem ASIC, realisierbar sein soll.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen der beigefügten unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden  
20 Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Überprüfen der Funktion von einzelne Anzeigesegmente umfassenden LCD-Anzeigen anhand des Unterschiedes in der elektrischen Kapazität defekter und intakter Anzeigesegmente weist also die  
25 Besonderheit auf, daß anstatt der Messung einer von der Kapazität der Anzeigesegmente abhängigen elektrischen Meßgröße und eines Vergleichs der gemessenen Meßgröße mit einem Vergleichswert die Kapazität der Anzeigesegmente  
30 mit einem Kapazitätsmeßverfahren unmittelbar mittels der Messung der in dem Anzeigesegment gespeicherten elektrischen Ladung bestimmt wird.

Im Rahmen der Erfindung hat sich überraschenderweise  
35 herausgestellt, daß die in LCD-Anzeigesegmenten gespei-

cherte Ladung gemessen werden kann, so daß unmittelbar die Kapazität der Anzeigesegmente mit hoher Auflösung und Genauigkeit bestimmbar ist.

- 5 Die erfindungsgemäße unmittelbare Bestimmung der Kapazität von LCD-Anzeigesegmenten kann in vielfältig ausgestalteter Weise erfolgen. Nach einem ersten vorteilhaften Merkmal wird vorgeschlagen, daß die Kapazität der Anzeigesegmente mittels kapazitiv übergekoppelter Ladungen
- 10 bestimmt wird, wobei ein elektrischer Meßstrom kapazitiv über die Kapazität des zu messenden Anzeigesegments in eine Auswerteschaltung gekoppelt wird und diese die übergekoppelte Ladung mißt. Dabei kann nach einem zusätzlichen vorteilhaften Merkmal vorgesehen sein, daß der Meß-
- 15 strom ein Wechselstrom ist und die je Wechselspannungsperiode übergekoppelte Ladung gemessen wird, woraus sich bei bekannter Frequenz die Kapazität des Anzeigesegments ergibt.
- 20 Nach einem anderen, bevorzugten Merkmal wird vorgeschlagen, daß die Messung der Kapazität der Anzeigesegmente mit einem Kapazitätsmeßverfahren erfolgt, bei dem ein mittels einer Ablaufsteuerung gesteuerter Ladungstransport sowohl durch die zu messende Kapazität eines Anzeigesegments als auch durch einen Referenzkondensator
- 25 erfolgt und die Kapazität des Anzeigesegments anhand einer Ladungsbilanz zwischen dem zu überprüfenden Anzeigesegment und dem Referenzkondensator bestimmt wird.
- 30 Eine solche Relativmessung, die auf der Bestimmung eines Kapazitätsverhältnisses beruht, hat den Vorteil der Unempfindlichkeit gegen Temperatur- und Langzeitdrifts, z.B. der Referenzspannungsquellen, bzw. den Vorteil einer Kompensation dieser Drifts. Dabei ist in einer bevorzug-
- 35 ten Ausführungsform zur Minimierung von Meßfehlern vorge-

sehen, daß der Referenzkondensator in die LCD-Anzeige integriert wird, beispielsweise in Form eines LCD-Segments oder eines Kondensator-Bauteils. Dies hat den Vorteil einer weiter verbesserten Kompensation von Temperaturdrifts.

Eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Kapazität der Anzeigensegmente mittels eines Kapazitätsmeßverfahrens bestimmt wird, das eine  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung verwendet. Ein solches Verfahren ist besonders für die Messung kleiner Kapazitäten geeignet. Bei LCD-Anzeigensegmenten beträgt die Kapazität ca. 1 pF bis 300 pF, so daß die zu messenden Ladungen im Bereich von pC und die Meßströme im Bereich von pA liegen und somit meßtechnisch schwierig zu erfassen sind.

Ein Kapazitätsmeßverfahren unter Verwendung einer  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung kann mit geringem Aufwand an Analogelektronik bei gleichzeitig hoher Meßgenauigkeit und Unempfindlichkeit gegenüber parasitären Streukapazitäten aufgebaut werden, beispielsweise in Form eines  $\Delta\Sigma$ -Umsetzers erster Ordnung, d.h. unter Verwendung eines Integrators.

Die Grundprinzipien von  $\Delta\Sigma$ -A/D-Umsetzern sowie deren Implementierungsfragen im Zusammenhang mit der CMOS-Technologie sind bekannt. Das Grundprinzip eines solchen Umsetzers besteht darin, daß mit einer festen Frequenz Ladungspakete von dem zu messenden Kondensator, im vorliegenden Fall einem LCD-Segment, auf einen Integrator geladen werden. Da der zu messende Kondensator hierbei jedes Mal von einer bekannten Spannung auf eine andere bekannte Spannung umgeladen wird, da die bei der Umladung an dem zu messenden Kondensator entstehende Spannungsdifferenz konstant und bekannt ist, ist die dem Integrator



mit jeder Umladung gelieferte Ladung proportional zur Kapazität.

Die Ausgangsspannung des Integrators ist proportional zu der im Integrationskondensator der Auswerteschaltung gespeicherten Ladung und wird ständig im Takt der gelieferten Ladungspakete überwacht. Bei Überschreitung eines gegebenen Spannungswertes am Integratorausgang wird der Integrator durch bekannte Referenzladungspakete in einer entgegengesetzten Richtung geladen. Es ergibt sich somit ein geschlossener Regelkreis, bei dem die Ladung im Integrator, d.h. auf seinem Integrationskondensator, in einem langfristigen Gleichgewicht konstant gehalten wird. Daher wird häufig von einem "Charge Balancing"-Prinzip gesprochen, synonym zu der Bezeichnung  $\Delta\Sigma$ -Verfahren.

Das Ergebnis einer solchen Umsetzung ist ein 1-Bit-Datenstrom, dessen mittlere Einsendichte proportional zu der zu messenden Kapazität ist. Dieser Datenstrom wird in geeigneter Weise aufbereitet, um ein Viel-Bit-Ergebnis zu erhalten. Hierzu werden typischerweise Digitalfilter, sogenannte Dezimationsfilter eingesetzt. Die Theorie der  $\Delta\Sigma$ -Umsetzer besagt, daß im Allgemeinen zur Auswertung des Datenstroms eines "Charge Balancing"-Umsetzers gegebener Ordnung ein Dezimationsfilter einer mindestens um eins höheren Ordnung erforderlich ist. In der bevorzugten Ausführungsform eines  $\Delta\Sigma$ -Umsetzers erster Ordnung wird somit ein Dezimationsfilter zweiter oder höherer Ordnung verwendet.

Eine Kontrollschaltung zur Regelung der konstanten Ladungsbilanz des  $\Delta\Sigma$ -Umsetzers kann aus wenigen Flip-Flops aufgebaut und leicht in einen ASIC integriert werden. Auch die Struktur eines Dezimationsfilters zweiter Ordnung ist sehr regulär und kann leicht in einen ASIC

integriert werden. In anderen Ausführungsformen ist auch die Realisierung des Filters in einem Mikrocontroller möglich, beispielsweise in dem Mikrocontroller der Ablaufsteuerung.

5

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal wird vorgeschlagen, einen automatischen Meßstellenumschalter zu verwenden, mit dem Anzeigesegmente einzeln für die Funktionsprüfung angesteuert werden. Der besondere Vorteil des Meßstellenumschalters, der einzelne Segmente aus-

10

wählt, besteht darin, daß er den Einfluß parasitärer Kapazitäten und Koppelkapazitäten, die üblicherweise das Meßergebnis verfälschen, stark reduzieren oder nahezu ausschalten kann.

15

In vorteilhafter Ausgestaltung kann dabei vorgesehen sein, daß mittels des Meßstellenumschalters an eine erste Elektrode eines zu überprüfenden Anzeigesegments eine Meßspannung gelegt wird, die der ersten Elektrode entsprechenden Elektroden anderer Anzeigesegmente wechselspannungsmäßig an Masse gelegt werden, an der zweiten Elektrode des zu überprüfenden Anzeigesegments die übergekoppelte Ladung gemessen wird, wobei dieser Punkt wechselspannungsmäßig auf virtueller Masse liegt, und die der

20

zweiten Elektrode entsprechenden Elektroden anderer Anzeigesegmente wechselspannungsmäßig an Masse gelegt werden.

25

Besonders bevorzugt dabei ist, wenn die erste Elektrode die Vorderelektrode und die zweite Elektrode die Rückelektrode des zu prüfenden Anzeigesegments ist.

30

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhafterweise auch dann verwendet werden, wenn die Anzeigesegmente sowohl für den laufenden Betrieb der LCD-Anzeige als auch

35

für die Funktionsprüfung im Multiplex-Verfahren in einer Matrixstruktur angesteuert werden.

- Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal wird vorgeschlagen, daß die Ansteuerungspegel und die Taktphasen für die Ansteuerung der Anzeigesegmente, insbesondere in einem Multiplex-Verfahren, so gewählt werden, daß der Spannungspegel der inaktiven Anzeigesegmente unterhalb der Ansprechschwelle und der Spannungspegel der aktiven Anzeigesegmente oberhalb der Ansprechschwelle der Anzeigesegmente liegt, das Kapazitätsmeßverfahren mit diesen Spannungspegeln durchgeführt wird und die Schaltphasen des Kapazitätsmeßverfahrens mit den Taktphasen der LCD-Ansteuerung synchronisiert werden.
- Für den Betrieb der LCD-Anzeigesegmente ist es vorteilhaft, wenn mittels einer regelmäßigen Polaritätsumkehr der Spannungspegel eine im Mittel gleichspannungsfreie Ansteuerung der Anzeigesegmente erfolgt. Bei Gleichspannungsbetrieb oder bei einem Gleichspannungsanteil besteht nämlich die Gefahr, daß durch Leckströme Elektrolyseeffekte auftreten, durch die die Flüssigkristalle zerstört werden können. Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Kapazitätsmeßverfahren so durchgeführt wird, daß sich derselbe Effektivwert der Spannung des Anzeigesegments ergibt wie ohne Kapazitätsmessung.

Ferner ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Kapazität eines Anzeigesegments während einer Taktphase der Ansteuerung des Anzeigesegments gemessen wird, wobei mehrere Umschaltvorgänge des Kapazitätsmeßverfahrens in dieser Taktphase durchgeführt werden.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal wird vorgeschlagen, daß die LCD-Anzeige für den laufenden Betrieb

und/oder für die Kapazitätsmessung mit niedriger Impedanz angesteuert wird, um den Einfluß von Koppelkapazitäten zu reduzieren.

- 5 Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens kann darin bestehen, daß die Kapazität der Anzeigeseg-  
mente mittels des Kapazitätsmeßverfahrens als digitales  
Meßergebnis bestimmt wird und die Überprüfung der Funk-  
tionsfähigkeit eines Anzeigesegments mittels des digita-  
10 len Meßergebnisses erfolgt.

- Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal des erfindungsgemäßen  
Verfahrens besteht darin, daß es möglich ist, die Über-  
prüfung der Funktionsfähigkeit eines Anzeigesegments wäh-  
15 rend des laufenden Betriebs der LCD-Anzeige durchzuführen.  
In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfin-  
dungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß nur akti-  
vierte Anzeigesegmente auf ihre Funktionsfähigkeit hin  
geprüft werden, da nicht aktivierte Anzeigesegmente bei  
20 einer Fehlfunktion nicht zu einer Fehlanzeige führen.  
Dadurch ist es möglich, die Funktionsprüfung der LCD-  
Anzeigesegmente zu beschleunigen bzw. mit einer höheren  
Frequenz zu wiederholen.

- 25 Nach einem zusätzlichen vorteilhaften Merkmal ist vorge-  
sehen, daß die Ablaufsteuerung für die Kapazitätsmessung  
bzw. der Meßstellenumschalter für die Ansteuerung eines  
Anzeigesegments mit der Treiberschaltung der LCD-Anzeige  
moduliert bzw. synchronisiert wird.

- 30 Ein anderes vorteilhaftes Merkmal kann darin bestehen,  
daß eine oder mehrere Komponenten der LCD-Prüfeinrich-  
tung, umfassend die Ablaufsteuerung für die Kapazitäts-  
messung, den Meßstellenumschalter für die Ansteuerung  
35 eines Anzeigesegments, die Meßschaltung (Analogschalter,

Integrationsverstärker und Komparator sowie ggf. den Integrationskondensator), die LCD-Treiber-/Decoderschaltung und die Auswerteschaltung (Mikrocontroller) in einem einzigen integrierten Bauelement, wie z.B. einem ASIC  
5 oder einem Mixed Signal FPGA, untergebracht sind. Dabei kann in einer besonderen Ausführungsform vorgesehen sein, eine üblicherweise zum Treiben und Dekodieren verwendete LCD-Ansteuerschaltung mit der erfindungsgemäßen LCD-Prüfeinrichtung auszustatten. Dabei ist einer bevorzugten  
10 Ausführungsform vorgesehen, daß der ASIC in eine LCD-Treiberschaltung integriert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist für beliebige, LCD-Anzeigen enthaltende Geräte, insbesondere für medizinische Meß- oder Diagnosegeräte geeignet.  
15

Die Erfindung und ihre besonderen Ausgestaltungen weisen eine Vielzahl von Vorteilen auf. Es wird ein digitales Meßergebnis geliefert, so daß eine hohe Genauigkeit und  
20 damit eine zuverlässige Überprüfung erzielt wird. Hierdurch können die bei der Funktionsprüfung angewendeten Kriterien für ein ordnungsgemäßes Funktionieren bzw. für das Vorliegen einer Fehlfunktion sehr differenziert ausgewählt sein und softwaremäßig ausgewertet werden. Im  
25 Falle der Relativmessung wird eine Unempfindlichkeit gegen Temperatur- und Langzeitdrifts erzielt. Ferner sind Längswiderstände, beispielsweise in der Kontaktierung, ohne Einfluß auf das Meßergebnis, sofern die Schaltdauern ausreichend lang sind. Das erfindungsgemäße Verfahren ist  
30 für beliebige LCDs geeignet, also nicht nur für solche mit gemeinsamer Rückelektrode oder mit separaten Segment- und Rückelektroden, sondern auch für LCDs mit Segmentelektroden in einer Matrixstruktur.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf einfache Art und Weise kalibriert werden, nämlich per Software, automatisch und ohne Schaltungsänderung oder Schaltungsanpassung. Kalibrationsparameter lassen sich z.B. innerhalb  
 5 eines ASICs automatisch bestimmen und in einem EEPROM oder Flash-ROM abspeichern. Nach dem Stand der Technik müssen dagegen die äußere Beschaltung und Prüffrequenz auf den Typ der LCD-Anzeige abgestimmt werden.

10 Es ist eine automatische Kalibrierung mittels eines Referenz-LCDs eines Referenz-LCD-Segments oder eines Referenzkondensator-Bauteils bzw. Kalibrierkondensators möglich. Ein Kalibrierkondensator dient zum Kalibrieren der gesamten Messung bzw. Meßschaltung. Über den Referenzkondensator wird der Ladungsbilanzausgleich bei der  $\Delta\Sigma$ -Wandlung  
 15 vorgenommen. In der endgültigen Ausführung der Prüfeinrichtung in einem Gerät wird kein Kalibrierkondensator benötigt.

20 Fehlfunktionen von LCD-Anzeigesegmenten können mit der Erfindung automatisch erkannt werden, ohne daß der Anwender die Anzeige durch Augenschein überprüfen muß. Dadurch wird eine benutzerunabhängige, vollautomatische Überprüfung der LCD-Anzeige ermöglicht und eine hohe Sicherheit  
 25 für den Anwender erzielt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sehr schnell durchgeführt werden. Eine typische LCD-Anzeige kann in etwa 0,5 bis 1 Sekunde vollständig überprüft werden, einschließ-  
 30 lich einer Mehrfachabtastung zur Erhöhung der Aussagesicherheit. Es kann mit einer konstanten Meßfrequenz arbeiten und die Segmentprüfung kann gleichspannungsfrei erfolgen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die erfindungsgemäße Schaltung sehr kostengünstig realisiert

werden kann, insbesondere wenn sie in dem ASIC für die Ansteuerung der LCD-Anzeige integriert wird.

Die Erfindung ermöglicht es, die Qualität und Funktionsfähigkeit von LCD-Anzeigen nicht nur im Rahmen der Fertigung zu testen, wozu nach dem Stand der Technik technisch aufwendige Verfahren eingesetzt werden, sondern die Funktionsprüfung in unaufwendiger Weise während der Lebensdauer im Endgerät durchzuführen.

10

Die Überprüfung der LCD-Anzeige kann für den Benutzer des Gerätes visuell nicht erkennbar ablaufen. Die LCD-Anzeige kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt überwacht werden, z.B. ständig, beim Start einer Messung oder bei der Anzeige eines Meßergebnisses, und nicht nur beim Einschalten des Gerätes.

15

Beim Erkennen einer Fehlfunktion eines Anzeigesegments sind zahlreiche Gerätereaktionen möglich, beispielsweise die Erzeugung eines Warnsignals oder das Verhindern der Gerätefunktion.

20

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die darin beschriebenen Besonderheiten können einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden, um bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung zu schaffen. Es zeigen:

25

Fig. 1 eine Funktionsskizze einer ersten LCD-Prüfanordnung nach dem Stand der Technik,

30

Fig. 2 eine Funktionsskizze einer zweiten LCD-Prüfanordnung nach dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine Prinzipskizze einer  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung,

- Fig. 4 eine Prinzipskizze einer bevorzugten erfindungsgemäßen LCD-Kapazitätsmeßanordnung mit  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung,
- 5 Fig. 5 die Kapazitäten einer Matrixanordnung von LCD-Anzeigesegmenten in einer 4x9-Matrix,
- Fig. 6 die Kapazitäten einer Matrixanordnung von LCD-Anzeigesegmenten in einer 2x2-Matrix,
- Fig. 7 die 2x2-LCD-Matrix von Fig. 6 in Zweipoldarstellung,
- 10 Fig. 8 die Matrix von Fig. 7 mit der Beseitigung des Einflusses parasitärer Kapazitäten bei der Funktionsprüfung,
- Fig. 9 die Anzeigesegmente der LCD-Matrix von Fig. 6,
- Fig. 10 LCD-Ansteuerimpulse zu Fig. 9,
- 15 Fig. 11 eine LCD-Treiberschaltung für den Multiplexbetrieb zu Fig. 6,
- Fig. 12 die LCD-Treiberschaltung von Fig. 11 mit einer erfindungsgemäßen  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung zur Prüfung von Anzeigesegmenten,
- 20 Fig. 13 eine abgewandelte Kapazitätsmeßschaltung im Ruhezustand,
- Fig. 14 die Kapazitätsmeßschaltung von Fig. 13 in der Aufladephase und Vergleichsphase,
- Fig. 15 die Kapazitätsmeßschaltung von Fig. 13 in der Vergleichsphase ohne Referenzintegration und
- 25 Fig. 16 die Kapazitätsmeßschaltung von Fig. 13 in der Integrationsphase mit Referenzintegration.

Die Fig. 1 zeigt eine Funktionsskizze eines elektronischen Meßsystems gemäß dem Dokument WO 95/14238 zum Prüfen von LCD-Anzeigen. Die Schaltung arbeitet mit

30



- gebräuchlichen Treiber-ICs der LCD-Ansteuerung zusammen und umfaßt zwei Schalter S1 und S2, einen Inverter 1 sowie eine Spannungsquelle U. Während eines speziellen Testmodus wird der Stromfluß durch das zu testende LCD-Segment, daß durch die Kapazität Cseg veranschaulicht ist, über einen Shunt-Widerstand RS geleitet. Der Spannungsabfall an diesen Shunt-Widerstand RS wird mittels des Verstärkers V verstärkt und in einem Abtast-Halte-Glied (sample-and-hold-Stufe S&H) zwischengespeichert.
- Ein Komparator  $\Delta$  vergleicht die Ausgangsspannung des Abtast-Halte-Gliedes mit einer Referenzspannung Uref und liefert das Vergleichsergebnis an den Mikroprozessor  $\mu P$ , der die Schalter S1, S2 periodisch umtastet. Der Mikroprozessor  $\mu P$  verändert die Umtastfrequenz solange, bis es zu ausgeprägten Signalwechseln (Jitter) des Komparatorsignals kommt. Aus der Frequenz, bei der dies auftritt, wird dann auf die Kapazität Cseg des geprüften Anzeigesegementes geschlossen.
- Diese Schaltung weist die eingangs beschriebenen Nachteile auf. Ferner ist der Aufbau des LCD-Treiber-ICs unbekannt und es erfolgt keine Information über die Impedanzen an den einzelnen LCD-Segmenten.
- Die Fig. 2 zeigt eine LCD-Prüfschaltung gemäß dem Dokument EP 0 015 914 B1 zum Prüfen von Segmentkapazitäten Cseg. Dabei werden in die Zuleitungen der LCD-Segmente Vorwiderstände Rv geschaltet und auf diese Weise ein RC-Tiefpaßfilter gebildet, an dem mittels eines Oszillators Os eine Spannung angelegt wird. Bei korrekt funktionierender LCD-Anzeige muß die Anstiegszeit dieses Tiefpaßfilters größer sein als ein für den jeweiligen Anzeigetyp gültiger Referenzwert. Die Auswertung der Anstiegszeit erfolgt mit Hilfe der Torschaltung Ts, dem Komparator  $\Delta$  und der Referenzspannungsquelle Uref. Dabei zeigt das

Ausgangssignal des Komparators  $\Delta$  an, ob die Spannung an der Segmentkapazität den Wert  $U_{ref}$  überschritten hat. Die Torschaltung  $T_s$  mißt die dafür benötigte Zeit.

- 5 Ein Nachteil dieser bekannten Schaltung besteht darin, daß sowohl die Torschaltung  $T_s$  als auch die Vorwiderstände  $R_v$  auf die Segmentkapazitäten  $C_{seg}$  des zu prüfenden Anzeigetyps abgestimmt werden müssen.
- 10 Die Fig. 3 zeigt eine Prinzipskizze eines modernen  $\Delta\Sigma$ -Wandlers, der mit mehrfacher Überabtastung und einer Auflösung von einem Bit arbeitet. Er besteht aus zwei Blöcken, nämlich einem analogen Modulator und einem digitalen Filter. Der Modulator ist dabei prinzipiell ein  
15 analoger Komperator  $\Delta$ , dem ein Tiefpass als Integrierer  $\Sigma$  vorgeschaltet ist. Gleichzeitig wird von der Eingangsspannung  $U_{in}$  das durch einen 1-Bit-Digital-Analog-Wandler DAW rückgewandelte Ausgangssignal durch den Differenzverstärker DV wieder abgezogen, so daß der Komparator  $\Delta$   
20 jedes Mal wieder zurückgesetzt wird. Dadurch entsteht ein 1-Bit-Datenstrom. Steigt die Amplitude des Analogsignals an, überwiegt am Ausgang des Komparators  $\Delta$  die "1". Fällt sie, überwiegt "0". Ist die Amplitude konstant, halten sich "0" und "1" die Waage.
- 25 Das analoge Signal könnte nun unmittelbar durch Integration oder durch einen einfachen Tiefpaß wiedergewonnen werden. Zur Erzielung eines besseren Rauschabstandes kann das Noise Shaping angewendet werden, bei dem ein Rauschspektrum erzeugt wird, beispielsweise durch eine dem  
30 Integrierer  $\Sigma$  vorgeschaltete Rauschquelle. Anschließend erfolgt ein Downsampling durch ein Mittelwert bildendes, steilflankiges Digitalfilter FIR.

Die Fig. 4 zeigt ein Prinzipbild einer bevorzugten erfindungsgemäßen Meßanordnung zur Bestimmung der Kapazität Cseg eines LCD-Anzeigesegments auf Basis eines  $\Delta\Sigma$ -Kapazitätsmeßverfahrens, daß auch als  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung oder  $\Delta\Sigma$ -Wandlung bezeichnet wird. Dabei handelt es sich im Prinzip um eine "Ladungspumpe". Die zu bestimmende Segmentkapazität Cseg ist dabei gemeinsam mit einem Referenzkondensator Cref mit bekannter Kapazität in einer Schalter-/Kondensator-Struktur gemäß Fig. 4 integriert. Die Meßanordnung umfaßt Schalter Sa, Sb, Sc, Sd sowie einen nachgeschalteten Integrator  $\Sigma$  mit Integrationskondensator C5 und nachgeschaltetem Komparator  $\Delta$ . Der Integrationskondensator C5 sollte so groß gewählt werden, daß bei der maximal zu erwartenden Segmentkapazität Cseg und gegebenem Umladespannungshub  $\pm U_{ref}$  der Integrator  $\Sigma$  nicht in die Begrenzung gerät.

Die Schalter Sa bis Sd werden von einer hier nicht dargestellten Ablaufsteuerung gesteuert. Bei jedem Schaltvorgang wird eine der Kapazität entsprechende Ladungsmenge transportiert und von dem nachgeschalteten Integrator  $\Sigma$  integriert. Die Schalter Sa-Sd werden dabei von der Ablaufsteuerung so gesteuert, daß ein Ladungstransport durch den Referenzkondensator Cref eine Absenkung, ein Ladungstransport durch die zu bestimmende Segmentkapazität Cseg einen Anstieg der Integratorspannung bewirkt.

Die Ladungsbilanz des Integrators  $\Sigma$  wird mit Hilfe des nachgeschalteten Komparators  $\Delta$  überwacht und kann von der Ablaufsteuerung dadurch konstant gehalten werden, daß wahlweise entweder durch beide Kapazitäten Ladung transportiert wird oder nur durch eine von beiden. Aus dem sich für eine ausgeglichene Ladungsbilanz ergebenden Verhältnis der Anzahl der Schaltvorgänge (bzw. der aufaddierten Schaltzeiten) für den Referenzkondensator Cref

und die Segmentkapazität  $C_{seg}$  ergibt sich als digitales Ergebnis direkt deren Verhältnis. Durch ein digital realisiertes Dezimationsfilter wird die für eine gegebene Meßgenauigkeit erforderliche Anzahl an Schaltvorgängen  
 5 minimiert.

Praktische Ausführungsformen von LCD-Anzeigen werden zumeist im Multiplex-Verfahren in einer Matrixstruktur angesteuert. Die Fig. 5 veranschaulicht ein elektrisches  
 10 Ersatzschaltbild eines LCDs mit 9 Segmentelektroden und 4 Rüchkelektroden, also mit 36 Segmenten in einer 4x9-Matrixstruktur, die mit vier Zeilensignalen COM1, COM2, COM3 und COM4 sowie neun Spaltensignalen SEG1 bis SEG9 angesteuert werden. Es sind Segmentkapazitäten sowie  
 15 parasitäre Koppelkapazitäten dargestellt.

Es können jedoch in der Zeichnung nicht alle möglichen Koppelkapazitäten wiedergegeben werden. Dem elektrischen Ersatzschaltbild des LCDs liegt ein vereinfachtes Model  
 20 zugrunde, das unter folgenden Annahmen aufgestellt ist:

1. Die Vorder- und Ruckelektroden sind im betrachteten Frequenzbereich niederohmig. Ihre Impedanz wird daher gegenüber den Koppelleffekten der LCD-Segmente  
 25 vernachlässigt.
2. Die elektrische Leitfähigkeit der Flüssigkristalle ist vernachlässigbar klein.
- 30 3. Es werden nur Koppelkapazitäten zwischen benachbarten Segment- bzw. Ruckelektroden berücksichtigt. Diese Annahme stellt eine gute Näherung dar.

Die Kapazitäten der einzelnen Segmente zwischen den Vorder- und Ruckelektroden sind  $C_{11} \dots C_{49}$ . Die Koppelkapazi-  
 35

täten zwischen den Segmentelektroden sind CS12... CS89, und die Koppelkapazitäten zwischen den Rückelektroden sind CC12...CC34. Für die Prüfung eines einzelnen Segmentes soll es mittels des Meßverfahrens möglich sein, die  
 5 Segmentkapazitäten C11...C49 einzeln und ohne gegenseitige Beeinflussung oder Beeinflussung durch die Kapazitäten CS12...CS89 oder CC12...CC34 zu messen.

Durch die Verwendung eines Meßstellenumschalters ist es  
 10 möglich, einzelne Segmente für die Funktionsprüfung auszuwählen und dabei den Einfluß parasitärer Koppelkapazitäten zwischen den Segmenten faßt vollständig auszuschließen. Hierdurch ist das Prüfverfahren für praktisch alle Typen von LCD-Anzeigen geeignet, das heißt auch für  
 15 solche, deren Segmentelektroden in einer Matrixstruktur angeordnet sind. Die Funktion des Meßstellenumschalters wird im folgenden anhand einer LCD-Anzeige mit einer 2x2-Matrix erläutert.

20 Die Fig. 6 veranschaulicht eine solche 2x2-Matrixstruktur am Beispiel einer LCD-Anzeige mit vier Anzeigesegmenten, deren Kapazitäten mit C11, C12, C21 und C22 dargestellt sind. Die Segmente werden durch zwei Zeilensignale COM1, COM2 und zwei Spaltensignale SEG1, SEG2 angesteuert. Die  
 25 Matrix umfaßt ferner parasitäre Koppelkapazitäten Cc und Cs; es werden also alle (wesentlichen) Koppelkapazitäten veranschaulicht.

In Fig. 7 ist eine der Fig. 6 entsprechende Zweipoldarstellung der 2x2-LCD-Matrix dargestellt. Beispielhaft soll die Kapazität des Segments C11 gemessen werden, d.h. der  $\Delta\Sigma$ -Umsetzer wird zwischen die Leitungen SEG1 und COM1 geschaltet. Der Strom  $I_v$  bezeichnet dabei den in den Integrator, d.h. in die virtuelle Masse fließenden Strom.  
 30  
 35 Anhand der Zweipoldarstellung von Fig. 7 ist zu erkennen,

daß nicht nur die zu messende Kapazität C11 einen Beitrag zu dem Strom  $I_v$  liefert, sondern auch die durch die übrigen in der Schaltung dargestellten Kapazitäten gebildete Brückenschaltung. Hierdurch würde das Meßergebnis ver-  
 5 fälscht werden.

Das Problem kann dadurch gelöst werden, daß ein Meßstellenumschalter verwendet wird, der wie in Fig. 8 dargestellt die übrigen Leitungen der Matrix, in diesem Beispiel die Leitungen SEG2 und COM2 auf Masse legt. Dadurch fließt der parasitäre Strom nach Masse ab und leistet  
 10 keinen Beitrag zum Strom  $I_v$  bzw. zum Meßergebnis. Eine entsprechende Vorgehensweise ist auch bei größeren Matrizen, beispielsweise bei der in Fig. 5 dargestellten  
 15 Matrix möglich.

Das in Fig. 5 dargestellte LCD besteht aus einer Matrix von vielen miteinander verkoppelten Kapazitäten. Wenn man beispielsweise die Kapazität des Segments C35 an den  
 20 Elektroden COM3 und SEG5 messen möchte, mißt man nicht nur die Kapazität C35 alleine, sondern aufgrund der Verbindungen auch die anderen LCD-Kapazitäten. Die Messung wird dadurch verfälscht. Mittels eines Meßstellenumschalters ist es jedoch möglich, aus der Matrix eine bestimmte  
 25 Kapazität, z.B. C35, isoliert zu messen, indem durch den Meßstellenumschalter gewährleistet wird, daß Ströme, die durch andere als durch den zu messenden Kondensator fließen, nicht zur Kapazitätsmessung beitragen.

30 Eine isolierte Messung eines Segments, insbesondere mittels der kapazitiven Überkopplung von Ladungen, am Kreuzungspunkt einer bestimmten Vorder- und Rückelektrode läßt sich insbesondere dadurch erreichen, daß mittels des Meßstellenumschalters folgende Bedingungen erfüllt wer-  
 35 den:

1. Auf die Vorderelektrode, die zu dem zu messenden Segment führt, wird eine Wechselspannung gegeben.
- 5 2. Die anderen Vorderelektroden werden wechselspannungsmäßig auf Masse gelegt.
3. Bei der Rückelektrode, die von dem zu messenden Segment führt, wird die übergekoppelte Ladung gemessen,  
10 wobei dieser Punkt wechselspannungsmäßig auf virtueller Masse liegt.
4. Alle anderen Rückelektroden werden wechselspannungsmäßig auf Masse gelegt.

15

Die Vorder- und Rückelektroden können dabei auch untereinander ausgetauscht werden. Es ist elektrisch jedoch vorteilhafter, auf der Seite, an der die Ladung abgenommen wird, möglichst wenige Schaltungskomponenten anzuord-

20 nen.

Wenn beispielsweise in Fig. 5 die Segmentkapazität C35 zu messen ist, wird die Wechselspannung bei SEG5 angelegt. Die Anschlüsse SEG1 bis SEG4 und SEG6 bis SEG9 liegen auf

25 Masse. Hierdurch fallen die Einflüsse aller parasitären Kapazitäten zwischen benachbarten Segmentelektroden CS12 ... CS89 sowie auch die zwischen nicht direkt benachbarten Segmentelektroden weg. Diese Kapazitäten bewirken zwar, daß die angelegte Wechselspannung etwas stärker

30 belastet wird; der Fehlerstrom fließt jedoch nach Masse ab. Bei der Elektrode COM3 wird der Stromfluß in die virtuelle Masse gemessen und hieraus die Kapazität C35 bestimmt. Die Elektroden COM1, COM2 und COM4 werden auf Masse gelegt, so daß keine Querströme in den Koppelkapazitäten zwischen den Rückelektroden CC12... CC34 fließen

35

können. Daher bleiben CC12...CC34 ohne Einfluß auf die Messung.

Auch alle anderen Segmentkapazitäten C11...C49, ausgenom-  
5 men C35, beeinflussen die Messung nicht, denn durch die  
beschriebene Beschaltung mit dem Meßstellenumschalter  
liegen alle Segmentkapazitäten, ausgenommen C15, C25, C35  
und C45 beidseitig auf Masse bzw. auf virtueller Masse,  
so daß durch sie kein Strom fließt. Die durch C15, C25  
10 und C45 fließenden Ströme fließen nach Masse ab und gehen  
somit ebenfalls nicht in die Kapazitätsmessung ein. Ins-  
gesamt erlaubt somit die beschriebene Beschaltung des  
LCDs mit einem Meßstellenumschalter die Messung einzelner  
LCD-Segmente in der Matrix.

15

Ein solcher Meßstellenumschalter besteht vorteilhafter-  
weise aus digital angesteuerten Analog-Multiplexern in  
gemischter CMOS-Schottky-Diodenschalter-Technologie. Wenn  
eine kurze Distanz zum gemessenen LCD eingehalten wird,  
20 weisen sie nur eine vernachlässigbar geringe eigene para-  
sitäre Kapazität auf. In dem Fall der Figur 6 hat ein  
Meßstellenumschalter beispielsweise für die Einkopplung  
des Stimulus neun Positionen, und für die Ladungsmessung  
fünf Positionen, davon vier für die Anschlüsse COM1 bis  
25 COM4, und eine Position für den Anschluß des Kalibrier-  
oder Referenzkondensators, der an seinem anderen Anschluß  
immer vom Stimulus gespeist wird.

Dem Einfluß von Koppelkapazitäten bei im Multiplexverfah-  
30 ren angesteuerten LCDs kann auch dadurch entgegengewirkt  
werden, daß die Ansteuerung mit einer niedrigen Aus-  
gangsimpedanz erfolgt.

Um die LCD-Anzeige während der Funktionsprüfung nicht  
35 abschalten zu müssen, ist es möglich, die Funktion des



Meßstellenumschalters so in die LCD-Treiberschaltung, die vorzugsweise durch ein ASIC realisiert ist, zu integrieren, daß die Funktionsprüfung der LCD-Anzeigesegmente während des laufenden Anzeigebetriebs erfolgt. Dies

5 beruht grundsätzlich auf der Tatsache, daß bei der Reihenfolge der Schalterbetätigungen der  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung und des Meßstellenumschalters sowie bei der Wahl der Umladespannungswerte gewisse Freiheitsgrade bestehen, die es möglich machen, die Schaltvorgänge mit dem LCD-Treiber-

10 takt zu synchronisieren. Dadurch ist es möglich, die Funktionsprüfung der LCD-Anzeigesegmente während des laufenden Anzeigebetriebes durchzuführen, ohne daß die Anzeige gestört, beeinträchtigt oder unterbrochen wird. Dies wird im folgenden näher erläutert.

15 LCD-Anzeigen, deren Segment- und Rückelektroden in Matrixform angeordnet sind, werden im Zeitmultiplexbetrieb angesteuert, da eine gleichzeitige Auswahl aller Segmente nicht möglich ist. Die Matrixstruktur bewirkt

20 dabei, daß inaktive Segmente nicht vollständig spannungsfrei angesteuert werden können. Dies wird in den Figuren 9 und 10 veranschaulicht.

Fig. 9 zeigt vier LCD-Anzeigesegmente 2, 3, 4 und 5, die

25 beispielhaft als quadratische Anordnung von jeweils quadratischen Anzeigesegmenten ausgebildet sind. Das Segment 2 ist aktiviert (schwarz), zeigt also ein schwarzes Quadrat an und die Segmente 3, 4 und 5 sind nicht aktiviert (weiß). Die Anzeigesegmente 2, 3, 4, 5 werden elektrisch

30 in einer Matrixform entsprechend Fig. 6 angesteuert.

Anhand der Figuren 6 und 7 erkennt man, daß auch bei einer Variation der Spannungspegel an COM2 oder SEG2 immer ein Stromfluß durch eine der Kapazitäten C12, C21

35 oder C22 stattfindet. Praktisch wird dieses Problem durch

eine entsprechende Steuerung der Ansteuerspannungspegel und Taktphasen gelöst, so daß der Spannungspegel an inaktiven Segmenten unterhalb der Ansprechschwelle und der Spannungspegel an aktiven Segmenten oberhalb der

5 Ansprechstelle der Flüssigkristalle liegt. Eine solche gebräuchliche Multiplexansteuerung mittels eines üblichen LCD-Treiber-ICs ist für die LCD-Anzeige der Fig. 9 in Fig. 10 dargestellt.

10 Wie Fig. 10 zeigt, liegen an den COM-Elektroden ternäre Signale, die jeweils die Spannungswerte 0,  $0,5U_r$  oder  $U_r$  einnehmen können. An den SEG-Elektroden liegen jeweils binäre Signale, die die beiden Spannungswerte  $XU_r$  oder  $(1-X)U_r$  einnehmen können. Der Koeffizient  $X$ , mit  $0 < X <$   
 15  $0,5$  wird dabei so gewählt, daß sich der für die Aktivierung eines LCD-Segments nötige Spannungspegel nur bei maximalem resultierenden Spannungshub, d.h. bei den beiden Pegelkombinationen  $U_r$ ,  $(1 - X)U_r$  bzw. 0,  $XU_r$ , einstellt. Durch regelmäßige Polaritätsumkehr, in Fig. 10  
 20 durch die senkrecht gestrichelte Linie dargestellt, wird eine im Mittel gleichspannungsfreie Ansteuerung erreicht. Eine LCD-Treiberschaltung, die diesen Anforderungen genügt, ist schematisch in Fig. 11 dargestellt.

25 Ein für die Funktionsprüfung der LCD-Anzeigesegmente verwendeter  $\Delta\Sigma$ -Wandler kann so konstruiert sein, daß er mit den für den Multiplexbetrieb benötigten Spannungspegeln arbeitet und seine Schaltphasen mit den Taktphasen der LCD-Ansteuerung synchronisiert sind. Auch dabei kann eine  
 30 im Mittel gleichspannungsfreie Ansteuerung der LCD-Segmente realisiert werden.

Die Ansteuerfrequenz einer LCD-Anzeige liegt üblicherweise zwischen 30 und 100 Hz. Die Meßfrequenz eines  
 35 erfindungsgemäßen Kapazitätsmeßverfahren, beispielsweise

eines  $\Delta\Sigma$ -Wandlers, ist vorzugsweise größer als 2 kHz, bevorzugt größer als 5 kHz und besonders bevorzugt größer als 10 kHz. Demzufolge lassen sich die Umschaltvorgänge für den  $\Delta\Sigma$ -Umsetzer in ausreichender Anzahl in den LCD-Ansteuertaktphasen der LCD-Ansteuerung unterbringen, so daß eine Kapazitätsmessung und folglich eine Funktionsprüfung während der laufenden Anzeige durchgeführt werden kann. Dabei sollte die Funktionsprüfung vorteilhafterweise so durchgeführt werden, daß sich die gleichen Effektivwerte der LCD-Segmentspannungen einstellen wie ohne Funktionsprüfung, damit die Anzeige mit laufender Funktionsprüfung sich nicht von der Anzeige ohne Funktionsprüfung unterscheidet.

In Fig. 12 ist eine entsprechende LCD-Treiberschaltung mit integriertem  $\Delta\Sigma$ -Umsetzer dargestellt. Die Spannungen an den COM-Anschlüssen werden dabei ständig mit dem Meßtakt des  $\Delta\Sigma$ -Wandlers getastet. Die Spannung  $U_0$  ist dann so zu wählen, daß sich ein Effektivwert der Segmentspannung entsprechend  $U_r$  einstellt. Die Spannung  $U_r$  ist entsprechend dem Beispiel aus Fig. 9 und 10, ebenso wie der dort eingeführte Koeffizient  $X$  von der LCD-Anschwelle abhängig. Durch die zusätzliche Modulation der LCD-Ansteuerspannung mit dem Meßtakt kommt es zu einer Verminderung des für die LCD-Aktivierung maßgeblichen Effektivwertes des Ansteuerpegels. Daher wird, abhängig vom Impuls-/Pausen-Verhältnis des Meßtaktes, die Spannung  $U_0$  immer größer als die Spannung  $U_r$  zu wählen sein. Bei der in Fig. 12 dargestellten Schaltung wird zur Vermeidung des schaltungstechnischen Aufwandes eine Kapazitätsmessung nur bei  $U_{COM}=U_0$  durchgeführt.

Ein vollständiger Schalterzyklus besteht in der Schaltung gemäß Fig. 12 aus drei aufeinander folgenden Hauptphasen, nämlich einer Aufladephase, einer Vergleichsphase und

einer Integrationsphase. Hinzu kommt eine Ruhephase, in der alle MOS-Schalter geöffnet sind. Für jeden vollständigen Schalterzyklus ergibt sich als Zwischenergebnis ein einzelnes Bit. Eine vollständige Kapazitätsmessung an einem LCD-Anzeigesegment erfordert eine große Anzahl solcher Schalterzyklen. Die Kapazität wird aus der Folge der Einzelbits (den Zwischenergebnissen) je Schalterzyklus berechnet. Die für die verschiedenen Betriebsphasen geltenden Zustände der Schalter S1-S11 in Fig. 12 sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
S1	1	0	0	0	0	0
S2	0	1	1	0	1	1
S3	0	0	0	1	0	0
S4	0	0	1	0	0	0
S5	1	0	0	0	0	0
S6	1	0	0	1	1	1
S7	0	1	1	0	0	0
S8	0	0	1	0	0	0
S9	1	0	0	0	0	0
S10	0	0	0	1	0	1
S11	1	0	0	0	1	0

In der Tabelle bedeutet:

0 = Schalter geöffnet

15 1 = Schalter geschlossen

Phase 1 = Segment aktiv, Polarität +, Aufladephase

Phase 2 = Segment aktiv, Polarität +, Integration ohne Referenzintegration

20 Phase 3 = Segment aktiv, Polarität +, Integration mit Referenzintegration

Phase 4 = Segment aktiv, Polarität -, keine Messung

Phase 5 = Segment inaktiv, Polarität +, keine Messung

Phase 6 = Segment inaktiv, Polarität -, keine Messung

Die Reihenfolge der Schalterphasen kann auch abgewandelt werden. Beachtet werden sollte jedoch, daß alle Phasen genügend lang sind, um die Kondensatoren Cseg und Cref  
 5 umzuladen, und daß der Integrator  $\Sigma$  genügend Zeit zum Einschwingen erhält. Die Dauer der einzelnen Schaltphasen sollte auch den jeweiligen Längswiderstand in den Umladekreisen berücksichtigen. Obwohl diese Längswiderstände keinen unmittelbaren Einfluß auf das Meßergebnis haben,  
 10 können sie das Ergebnis verfälschen, wenn die Schaltphasen zu kurz für einen ausreichenden Ladungsausgleich sind. Die MOS-Schalter sollten in geeigneter Weise angesteuert werden, um Querströme über noch geschlossene oder schon geschlossene Schalter auszuschließen. Hierfür steht  
 15 beispielsweise das "Break-Before-Make"-Konzept zur Verfügung oder es können zusätzliche Phasen verschobener Ansteuersignale eingesetzt werden.

Am Anfang der Integrationsphase sollte, ausgehend von dem  
 20 Zustand "alle Schalter offen", der Integrator  $\Sigma$  zuerst mit den nicht getriebenen Anschlüssen von Cseg und Cref verbunden werden und dann erst die Umladung stattfinden, d.h. die rechts von Cseg und Cref dargestellten Schalter S sollten vor den links dargestellten Schaltern schlie-  
 25 ßen. Wenn dies nicht eingehalten wird, besteht die Gefahr einer teilweisen Entladung über parasitäre Dioden in der MOS-Struktur, was zu Meßfehlern führt und bei großen Impulsströmen evtl. zu einem Latch-up, was einen Funktionsausfall oder eine Zerstörung des ASIC zur Folge  
 30 haben kann.

Die Meßgenauigkeit kann verbessert werden, wenn MOS-Schalter und Operationsverstärker verwendet werden, die keine Eingangs-Schutzdioden aufweisen. Bei einem zu lang-  
 35 samen Einschwingen des Integrators könnte sonst im ersten

Moment der Integrationsphase ein Teil der Ladung durch diese Dioden abgeleitet werden, was einen Meßfehler zur Folge hat.

- 5 Der Referenzkondensator  $C_{ref}$  sollte in der Regel größer sein als die größte zu erwartende Segmentkapazität  $C_{seg}$ , da sonst das "Charge-Balancing" nicht korrekt abläuft. Durch Modifikation der Schalterzyklen kann aber auch ein kleinerer Referenzkondensator  $C_{ref}$  verwendet werden.

10

Das digitale  $\Delta\Sigma$ -Wandlerergebnis wird für die Funktionsprüfung des LCD-Anzeigesegments herangezogen. Dabei sind zahlreiche Funktionstestkriterien realisierbar, z.B. das Verhältnis der Segmentkapazitäten untereinander oder die

- 15 Einhaltung von absoluten Grenzen von Kapazitätswerten.

- Die Figur 13 zeigt ein Blockschaltbild einer den Figuren 4 und 12 prinzipiell entsprechenden, im Detail jedoch etwas abgewandelten Kapazitätsmeßschaltung im Ruhezustand, d.h. für Ansteuersignale der Schalter S mit
- 20 logisch 0. Der Meßstellenumschalter ist nicht dargestellt, und es wird in der Schaltungssituation davon ausgegangen, daß ein bestimmtes LCD-Anzeigesegment 2 durch den Meßstellenumschalter zur Messung seiner Segmentkapazität  $C_{seg}$  angesteuert wird. Diese Segmentkapazität  $C_{seg}$
- 25 ist zwischen den Signalleitungen CCOM und CSEG dargestellt.

- Die Figur 12 zeigt eine LCD-Treiberschaltung, die einer-
- 30 seits die für korrekten LCD-Anzeigebetrieb nötigen Spannungspegel liefert, andererseits eine Kapazitätsmessung für aktive LCD-Segmente entsprechend dem beschriebenen  $\Delta\Sigma$ -Verfahren erlaubt, wobei Spannungspegel und Taktsignale so gesteuert sind, daß Anzeige und Kapazitätsmes-
- 35 sung simultan durchgeführt werden können. Die Figur 13

bezieht sich auf eine darin verwendete Kapazitätsmeßschaltung.

- Die Kapazitätsmessung erfolgt gemäß Figur 13 durch eine  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung mit dem Referenzkondensator  $C_{ref}$ . Die Kapazitäten  $C_{seg}$  und  $C_{ref}$  sind jeweils mit einer Vollbrücke aus je vier MOS-Schaltern  $S$  verschaltet, wobei die Schalter mit Logiksignalen  $LOADR$ ,  $LOADX$ ,  $INTR$  und  $INTX$  von der Ablaufsteuerung 6 gesteuert werden. Hierdurch ist es möglich, die Kapazitäten  $C_{seg}$  und  $C_{ref}$  separat gesteuert aufzuladen bzw. gesteuert über den invertierenden Integrator  $\Delta$ , umfassend einen MOS-Operationsverstärker und den Integrationskondensator  $C_5$ , umzuladen.
- Die Ausgangsspannung des Integrators  $\Sigma$  wird mittels des Komparators  $\Delta$  mit der Spannung  $X_{Ur}$  verglichen, wobei der Komparator  $\Delta$  das Logiksignal  $COMP$  liefert. Dieses ist dann logisch 1, wenn die von dem Integrator  $\Sigma$  gelieferte Integrationsspannung größer als  $X_{Ur}$  ist. Die nachgeschaltete Ablaufsteuerung 6, die beispielsweise in einen ASIC integriert ist oder mittels eines Microcontrollers softwaremäßig realisiert ist, steuert über die Logiksignale  $LOADR$ ,  $LOADX$ ,  $INTR$  und  $INTX$  die Schalter  $S$ . Ebenfalls dargestellt ist der sich ergebende 1-Bit-Datenstrom 7 und das Dezimationsfilter 8.

- Die Fig. 14 zeigt die Kapazitätsmeßschaltung von Fig. 13 in der Aufladephase, in der die Kondensatoren  $C_{seg}$  und  $C_{ref}$  aufgeladen werden, und in der nachfolgenden kurzen Vergleichsphase, in der der Ausgang  $COMP$  des Komparators  $\Delta$  abgetastet und geprüft wird, ob die Integratorspannung größer oder kleiner geworden ist. Wenn  $COMP$  gleich logisch 0 ist, folgt hierauf eine Integrationsphase ohne Referenzintegration, wenn  $COMP$  gleich logisch 1 ist folgt hierauf eine Integrationsphase mit Referenzintegration.

Die Integrationsphase ohne Referenzintegration ist in Fig. 15 dargestellt und die Integrationsphase mit Referenzintegration in Fig. 16. Aus der Ladungsbilanz kann  
s die gesuchte Segmentkapazität  $C_{seg}$  bestimmt werden.



RD 4777/00/DE

## Bezugszeichenliste

5		
	1	Inverter
	2	Anzeigesegment
	3	Anzeigesegment
	4	Anzeigesegment
10	5	Anzeigesegment
	6	Ablaufsteuerung
	7	1-Bit-Datenstrom
	8	Dezimationsfilter
	Cc	Koppelkapazität
15	Cmn	Anzeigesegment
	COM	Zeilensignal
	Cref	Referenzkondensator
	C5	Integrationskondensator
	Cs	Koppelkapazität
20	Cseg	Segmentkapazität
	DAW	Digital-Analog-Wandler
	DV	Differenzverstärker
	FIR	Digitalfilter
	Iv	Integratorstrom
25	LOADR	Logiksignal
	LOADX	Logiksignal
	INTR	Logiksignal
	INTX	Logiksignal
	Os	Oszillator
30	$\mu$ P	Mikroprozessor
	RS	Shunt-Widerstand
	Rv	Vorwiderstand
	S&H	Abtast-/Halte-Glied
	SEG	Spaltensignal
35	S	Schalter

	Ts	Torschaltung
	U	Spannungsquelle
	U0	Spannungspegel für kombinierten LCD-Multiplex- und Meßbetrieb
5	Ur	Spannungspegel für LCD-Multiplexbetrieb
	Uin	Eingangsspannung
	Uref	Referenzspannung
	V	Verstärker
	$\Delta$	Komparator
10	$\Sigma$	Integrierer (Tiefpaß)
	X	Faktor

RD 4777/00/DE

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Überprüfen der Funktion von einzelne  
Anzeigesegmente (2, 3) umfassenden LCD-Anzeigen  
anhand des Unterschiedes in der elektrischen Kapazi-  
tät defekter und intakter Anzeigesegmente,  
10 dadurch gekennzeichnet, daß  
anstatt der Messung einer von der Kapazität der  
Anzeigesegmente abhängigen elektrischen Meßgröße und  
eines Vergleichs der gemessenen Meßgröße mit einem  
Vergleichswert die Kapazität (Cseg) der Anzeigeseg-  
15 mente mit einem Kapazitätsmeßverfahren unmittelbar  
mittels der Messung der in dem Anzeigesegment (2, 3)  
gespeicherten elektrischen Ladung bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die Kapazität der Anzeigesegmente (2, 3) mittels  
kapazitiv übergekoppelter Ladungen bestimmt wird,  
wobei ein elektrischer Meßstrom kapazitiv über die  
Kapazität (Cseg) des zu messenden Anzeigesegments in  
eine Auswerteschaltung gekoppelt wird und diese die  
25 übergekoppelte Ladung mißt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Meßstrom ein Wechselstrom ist und die je  
Wechselspannungsperiode übergekoppelte Ladung gemes-  
30 sen wird, woraus sich bei bekannter Frequenz die  
Kapazität des Anzeigesegments (2, 3) ergibt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Messung der Kapazität der Anzeige-  
35 segmente mit einem Kapazitätsmeßverfahren erfolgt,

bei dem ein mittels einer Ablaufsteuerung (6) gesteuerter Ladungstransport sowohl durch die zu messende Kapazität eines Anzeigesegments (2, 3) als auch durch einen Referenzkondensator ( $C_{ref}$ ) erfolgt und die

5 Kapazität des Anzeigesegments (2, 3) anhand einer Ladungsbilanz zwischen dem zu überprüfenden Anzeigesegment (2, 3) und dem Referenzkondensator ( $C_{ref}$ ) bestimmt wird.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzkondensator ( $C_{ref}$ ) in die LCD-Anzeige integriert wird.

15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität der Anzeigesegmente (2, 3) mittels eines Kapazitätsmeßverfahrens bestimmt wird, das eine  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung verwendet.

20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein automatischer Meßstellenumschalter verwendet wird, mit dem Anzeigesegmente (2, 3) einzeln für die Funktionsprüfung angesteuert werden.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Meßstellenumschalters an eine erste Elektrode eines zu überprüfenden Anzeigesegments (2) eine Meßspannung gelegt wird, die der ersten Elektrode entsprechenden Elektroden anderer Anzeigeseg-

30 mente (3) wechsellspannungsmäßig an Masse gelegt werden, an der zweiten Elektrode des zu überprüfenden Anzeigesegments (2) die übergekoppelte Ladung gemessen wird, wobei dieser Punkt wechsellspannungsmäßig

35 auf virtueller Masse liegt, und die der zweiten Elek-

trode entsprechenden Elektroden anderer Anzeigesegmente (3) wechsellspannungsmäßig an Masse gelegt werden.

- 5     9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode die Vorderelektrode und die zweite Elektrode die Rückelektrode des zu prüfenden Anzeigesegments (2) ist.
- 10    10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigesegmente (2, 3) sowohl für den laufenden Betrieb der LCD-Anzeige als auch für die Funktionsprüfung im Multiplex-Verfahren in einer Matrixstruktur angesteuert werden.
- 15
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerungspegel und die Taktphasen für die Ansteuerung der Anzeigesegmente, insbesondere in einem Multiplex-Verfahren, so gewählt werden, daß der Spannungspegel der inaktiven Anzeigesegmente (3) unterhalb der Ansprechschwelle und der Spannungspegel der aktiven Anzeigesegmente (2) oberhalb der Ansprechschwelle der Anzeigesegmente (2, 3) liegt, das Kapazitätsmeßverfahren mit diesen Spannungspegeln durchgeführt wird und die Schaltphasen des Kapazitätsmeßverfahrens mit den Taktphasen der LCD-Ansteuerung synchronisiert werden.
- 20
- 25
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer regelmäßigen Polartätsumkehr der Spannungspegel eine im Mittel gleichspannungsfreie Ansteuerung der Anzeigesegmente (2, 3) erfolgt.
- 30

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kapazitätsmeßverfahren so durchgeführt wird, daß sich derselbe Effektivwert der Spannung des Anzeigesegments (2, 3) ergibt wie ohne Kapazitätsmessung.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität eines Anzeigesegments (2, 3) während einer Taktphase der Ansteuerung des Anzeigesegments (2, 3) gemessen wird, wobei mehrere Umschaltvorgänge des Kapazitätsmeßverfahrens in dieser Taktphase durchgeführt werden.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die LCD-Anzeige für den laufenden Betrieb und/oder für die Kapazitätsmessung mit niedriger Impedanz angesteuert wird, um den Einfluß von Koppelkapazitäten zu reduzieren.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität der Anzeigesegmente (2, 3) mittels des Kapazitätsmeßverfahrens als digitales Meßergebnis bestimmt wird und die Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Anzeigesegments (2, 3) mittels des digitalen Meßergebnisses erfolgt.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Anzeigesegments (2, 3) während des laufenden Betriebs der LCD-Anzeige erfolgt.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nur aktivierte Anzeige-

segmente (2) auf ihre Funktionsfähigkeit hin geprüft werden.

- 5 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 18, insbesondere nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablaufsteuerung (6) für die Kapazitätsmessung bzw. der Meßstellenumschalter für die Ansteuerung eines Anzeigesegments (2, 3) mit der Treiberschaltung der LCD-Anzeige moduliert bzw. synchronisiert wird.
- 10 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere folgender Komponenten in einem einzigen integrierten Bauelement, z.B. einem ASIC oder einem Mixed Signal FPGA, unter-
- 15 gebracht werden: die Ablaufsteuerung (6) für die Kapazitätsmessung, der Meßstellenumschalter für die Ansteuerung eines Anzeigesegments (2, 3), die Meßschaltung, die LCD-Treiber-/Decoderschaltung und die Auswerteschaltung.
- 20 21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine üblicherweise zum Treiben und Dekodieren verwendete LCD-Ansteuerschaltung mit einer erfindungsgemäßen LCD-Prüfeinrichtung ausgestattet wird.
- 25 22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es an einer in ein Gerät, insbesondere einem medizinischen Meß- oder Diagnosegerät eingebauten LCD-Anzeige durchgeführt wird.
- 30 23. Elektronisches Meßsystem zum Überprüfen der Funktion von einzelne Anzeigesegmente (2, 3) umfassenden LCD-Anzeigen anhand des Unterschiedes in der elektrischen Kapazität defekter und intakter Anzeigesegmente,
- 35 umfassend eine Kapazitätsmeßvorrichtung, mittels der

anstatt der Messung einer von der Kapazität der Anzeigesegmente abhängigen elektrischen Meßgröße und eines Vergleichs der gemessenen Meßgröße mit einem Vergleichswert die Kapazität ( $C_{seg}$ ) der Anzeigesegmente mit einem Kapazitätsmeßverfahren unmittelbar mittels der Messung der in dem Anzeigesegment (2, 3) gespeicherten elektrischen Ladung bestimmbar ist.

24. Meßsystem nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß es eine elektronische Schaltung zum Bestimmen der Kapazität der Anzeigesegmente (2, 3) mittels kapazitiv übergekoppelter Ladungen umfaßt, wobei ein elektrischer Meßstrom kapazitiv über die Kapazität ( $C_{seg}$ ) des zu messenden Anzeigesegments in eine Auswerteschaltung gekoppelt wird und diese die übergekoppelte Ladung mißt.
25. Meßsystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßstrom ein Wechselstrom ist und die je Wechselspannungsperiode übergekoppelte Ladung gemessen wird, woraus sich bei bekannter Frequenz die Kapazität des Anzeigesegments (2, 3) ergibt.
26. Meßsystem nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß es eine elektronische Schaltung zum Messen der Kapazität der Anzeigesegmente mit einem Kapazitätsmeßverfahren umfaßt, bei dem ein mittels einer Ablaufsteuerung (6) gesteuerter Ladungstransport sowohl durch die zu messende Kapazität eines Anzeigesegments (2, 3) als auch durch einen Referenzkondensator ( $C_{ref}$ ) erfolgt und die Kapazität des Anzeigesegments (2, 3) anhand einer Ladungsbilanz zwischen dem zu überprüfenden Anzeigesegment und dem Referenzkondensator ( $C_{ref}$ ) bestimmt wird.



27. Meßsystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzkondensator (Cref) in die LCD-Anzeige integriert ist.
- 5 28. Meßsystem nach einem der Ansprüche 23 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß es eine elektronische Schaltung zum Bestimmen der Kapazität der Anzeigesegmente (2, 3) mittels einer  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung umfaßt.
- 10 29. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es einen automatischen Meßstellenumschalter umfaßt, mit dem Anzeigesegmente (2, 3) einzeln für die Funktionsprüfung ansteuerbar sind.
- 15 30. Meßsystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßstellenumschalters so ausgebildet ist, daß an eine erste Elektrode eines zu überprüfenden Anzeigesegments (2) eine Meßspannung gelegt wird, die der
- 20 ersten Elektrode entsprechenden Elektroden anderer Anzeigesegmente (3) wechsellspannungsmäßig an Masse gelegt werden, an die zweite Elektrode des zu überprüfenden Anzeigesegments (2) die übergekoppelte Ladung gemessen wird, wobei dieser Punkt wechsellspannungsmäßig auf virtueller Masse liegt, und die der
- 25 zweiten Elektrode entsprechenden Elektroden anderer Anzeigesegmente (3) wechsellspannungsmäßig an Masse gelegt werden.
- 30 31. Meßsystem nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode die Vorderelektrode und die zweite Elektrode die Rückelektrode des zu prüfenden Anzeigesegments (2) ist.

32. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigesegmente (2, 3) sowohl für den laufenden Betrieb der LCD-Anzeige als auch für die Funktionsprüfung im Multiplex-Verfahren in einer Matrixstruktur angesteuert werden.
33. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerungspegel und die Taktphasen für die Ansteuerung der Anzeigesegmente, insbesondere in einem Multiplex-Verfahren, so gewählt werden, daß der Spannungspegel der inaktiven Anzeigesegmente (3) unterhalb der Ansprechschwelle und der Spannungspegel der aktiven Anzeigesegmente (2) oberhalb der Ansprechschwelle der Anzeigesegmente (2, 3) liegt, das Kapazitätsmeßverfahren mit diesen Spannungspegeln durchgeführt wird und die Schaltphasen des Kapazitätsmeßverfahrens mit den Taktphasen der LCD-Ansteuerung synchronisiert werden.
34. Meßsystem nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer regelmäßigen Polartätsumkehr der Spannungspegel eine im Mittel gleichspannungsfreie Ansteuerung der Anzeigesegmente (2, 3) erfolgt.
35. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kapazitätsmeßverfahren so durchgeführt wird, daß sich derselbe Effektivwert der Spannung des Anzeigesegments (2, 3) ergibt wie ohne Kapazitätsmessung.
36. Meßsystem nach einem der Ansprüche 32 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Kapazitätsmeßverfahren während einer Taktphase der Ansteuerung der Anzeigeseg-

mente (2, 3) durchgeführt wird, wobei mehrere Umschaltvorgänge des Kapazitätsmeßverfahrens in dieser Taktphase durchgeführt werden.

- 5 37. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die LCD-Anzeige für den laufenden Betrieb und/oder für die Kapazitätsmessung mit niedriger Impedanz angesteuert wird, um den Einfluß von Koppelkapazitäten zu reduzieren.
- 10
38. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität der Anzeigesegmente (2, 3) mittels des Kapazitätsmeßverfahrens als digitales Meßergebnis bestimmt wird und die Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Anzeigesegments (2, 3) mittels des digitalen Meßergebnisses erfolgt.
- 15
39. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Anzeigesegments während des laufenden Betriebs der LCD-Anzeige erfolgt.
- 20
40. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nur aktivierte Anzeigesegmente (2, 3) auf ihre Funktionsfähigkeit hin geprüft werden.
- 25
41. Meßsystem nach einem der Ansprüche 26 bis 40, insbesondere nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablaufsteuerung für die Kapazitätsmessung bzw. der Meßstellenumschalter für die Ansteuerung eines Anzeigesegments (2) mit der Treiberschaltung der LCD-Anzeige moduliert bzw. synchronisiert ist.
- 30

42. Meßsystem nach einem der Ansprüche 26 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere folgender Komponenten in einem einzigen integrierten Bauelement, z.B. einem ASIC oder einem Mixed Signal FPGA, untergebracht sind: die Ablaufsteuerung (6) für die Kapazitätsmessung, der Meßstellenumschalter für die Ansteuerung eines Anzeigesegments (2, 3), die Meßschaltung, die LCD-Treiber-/Decoderschaltung und die Auswerteschaltung.
43. Meßsystem nach dem Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß es eine üblicherweise zum Treiben und Dekodieren verwendete LCD-Ansteuerschaltung umfaßt, die mit einer erfindungsgemäßen LCD-Prüfeinrichtung ausgestattet ist.
44. Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es in ein Gerät mit einer eingebauten LCD-Anzeige, insbesondere in ein medizinisches Meß- oder Diagnosegerät integriert ist.
45. Medizinisches Meß- oder Diagnosegerät, umfassend ein Meßsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

RD 4777/00/DE

## Zusammenfassung

5

Es wird ein Verfahren und ein Meßsystem zum Überprüfen der Funktion von einzelne Anzeigesegmente umfassenden LCD-Anzeigen anhand des Unterschiedes in der elektrischen Kapazität Cseg defekter und intakter Anzeigesegmente vorgeschlagen. Das Verfahren beruht darauf, daß die Kapazität der Anzeigesegmente mit einem Kapazitätsmeßverfahren unmittelbar mittels der Messung der gespeicherten elektrischen Ladung bestimmt wird. Als bevorzugtes Meßverfahren wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem ein Ladungstransport durch einen Referenzkondensator Cref erfolgt und die Segmentkapazität Cseg anhand einer Ladungsbilanz bestimmt wird, bevorzugt mittels einer  $\Delta\Sigma$ -Umsetzung.

20

(Fig. 4)

1/9

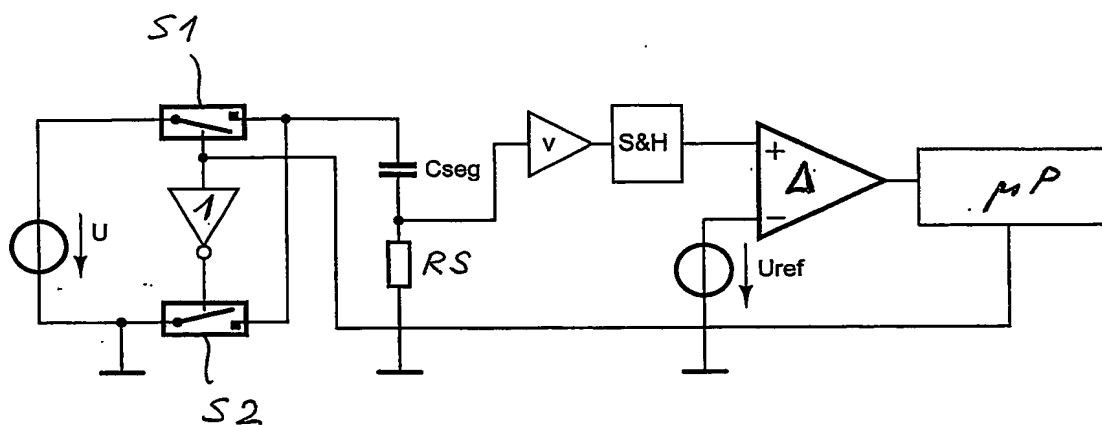


Fig. 1

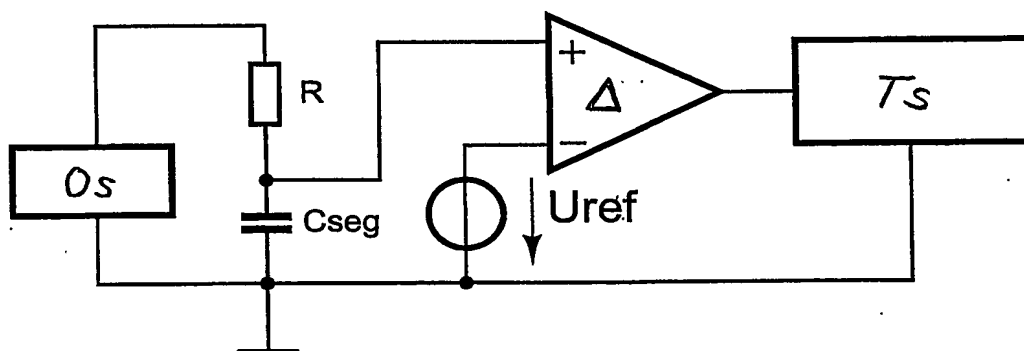
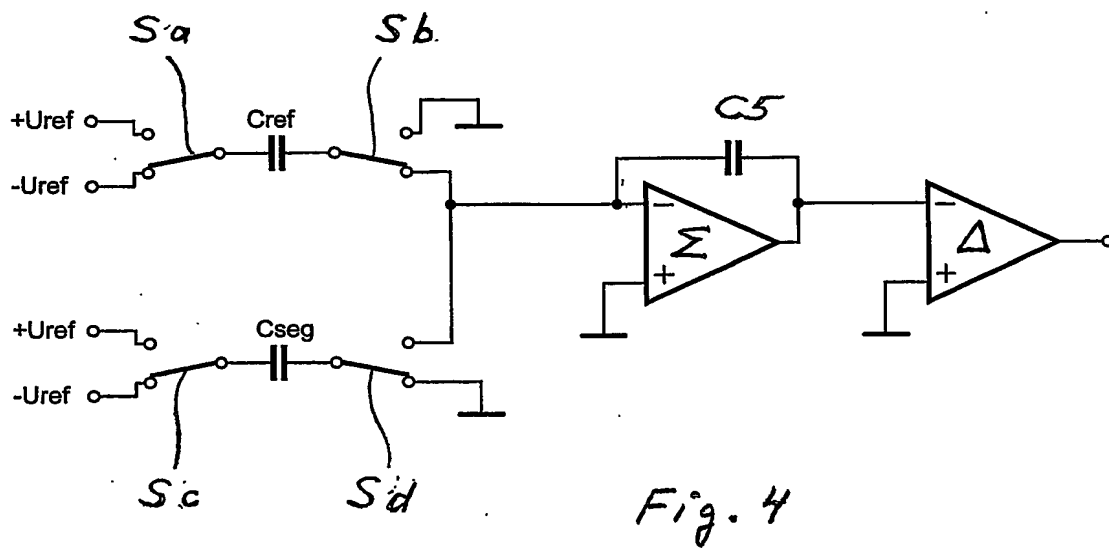
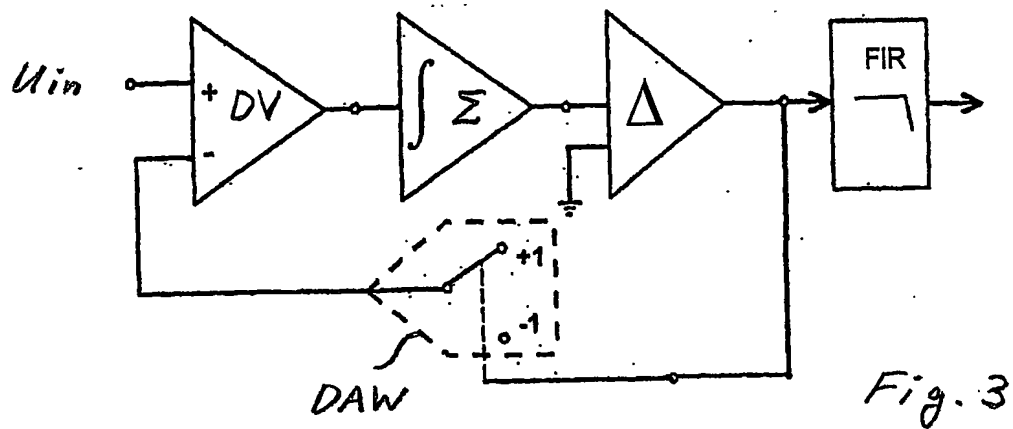


Fig. 2

2/9



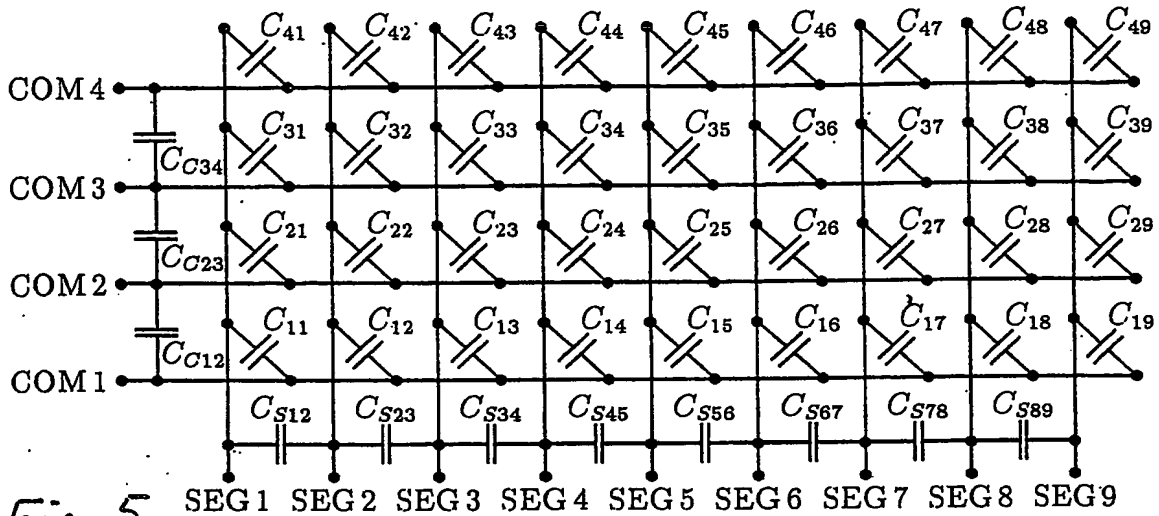


Fig. 5

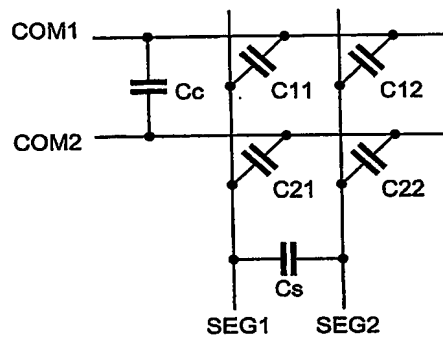


Fig. 6

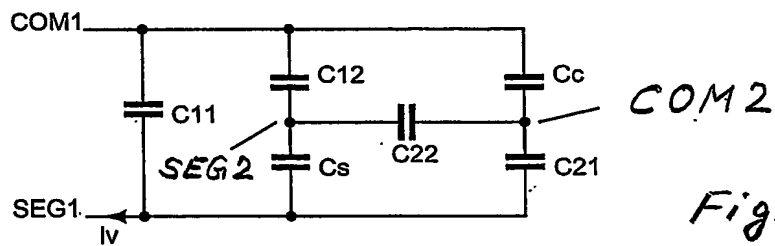


Fig. 7

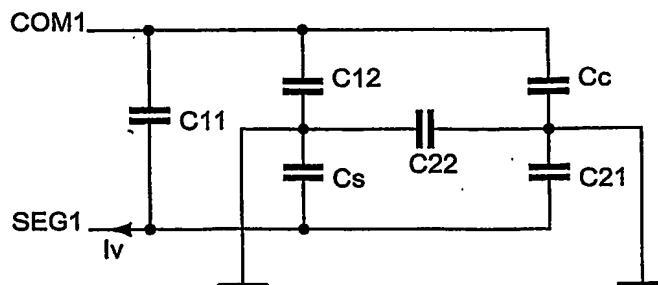


Fig. 8



4/9

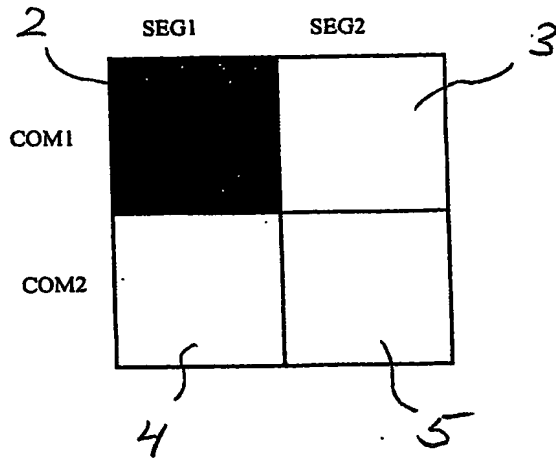


Fig. 9

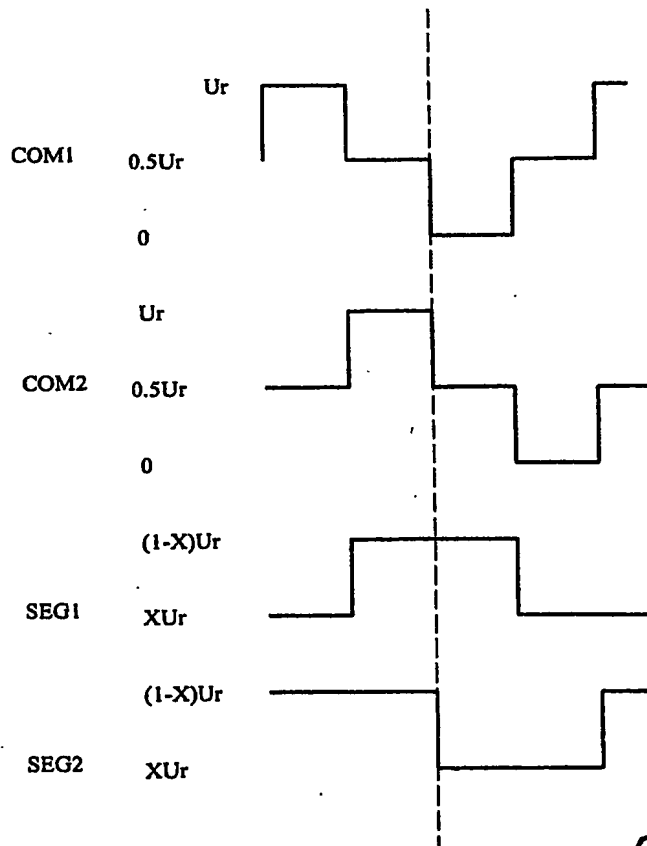


Fig. 10

5/9

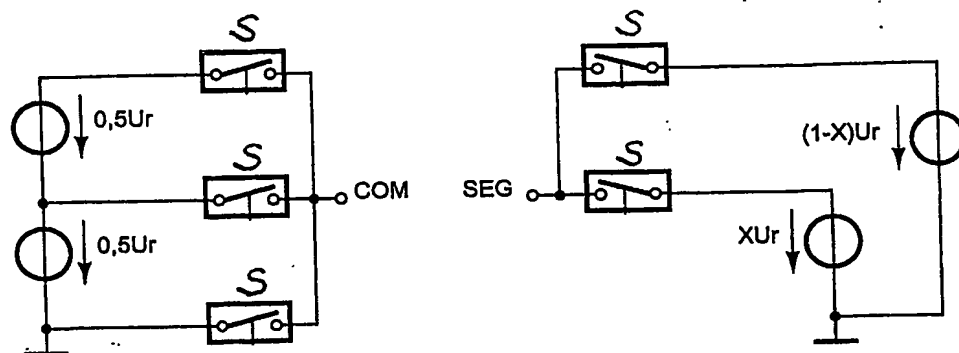


Fig. 11

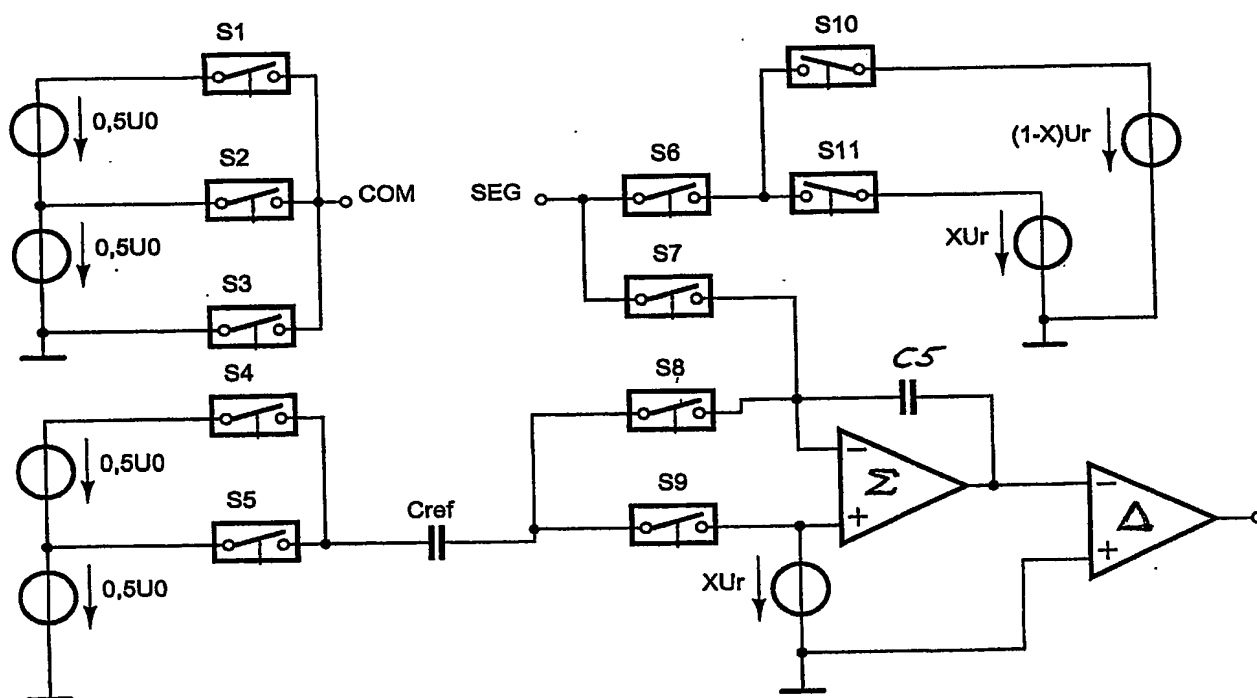


Fig. 12

6/9

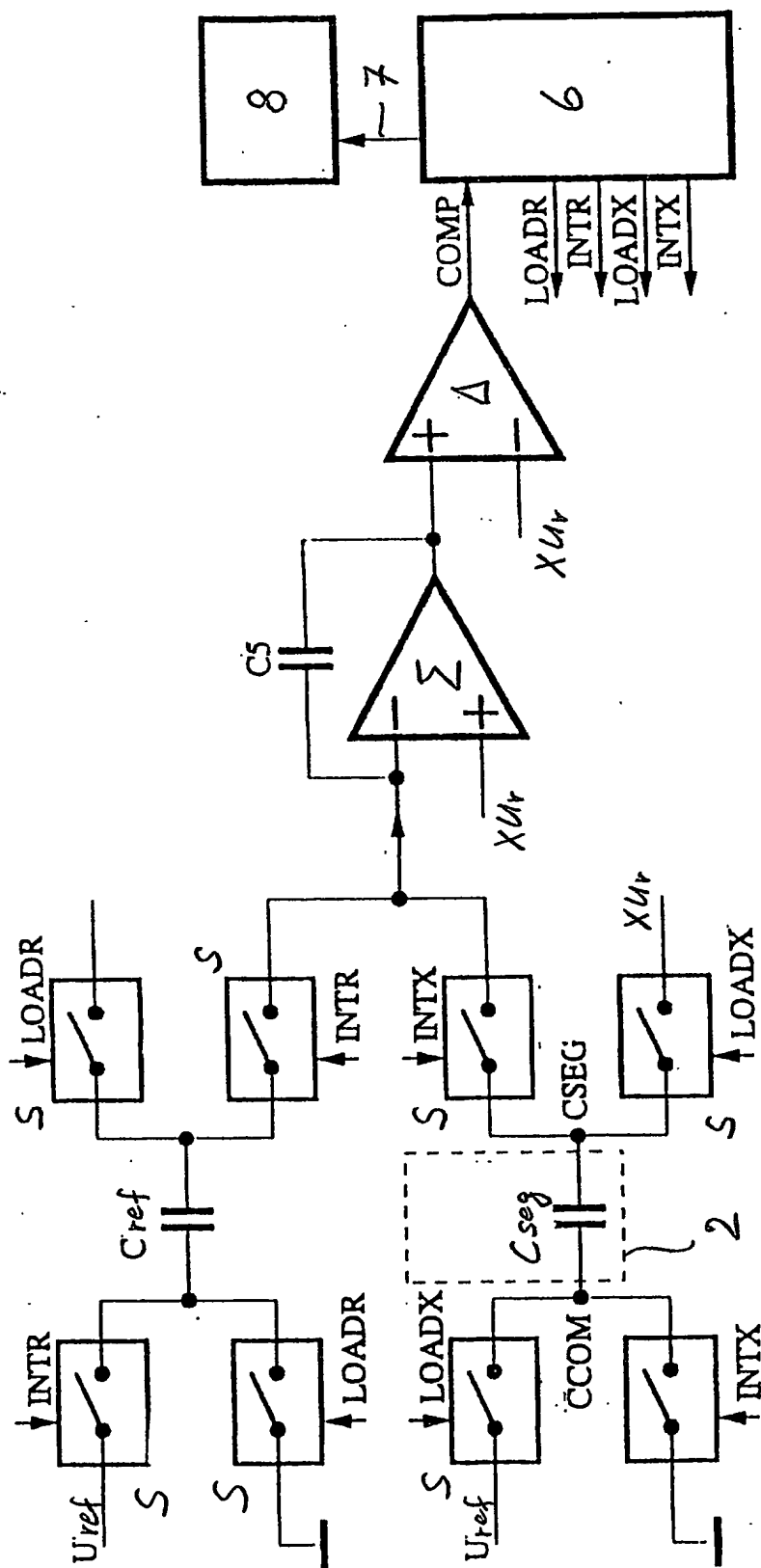


Fig. 13

7/9

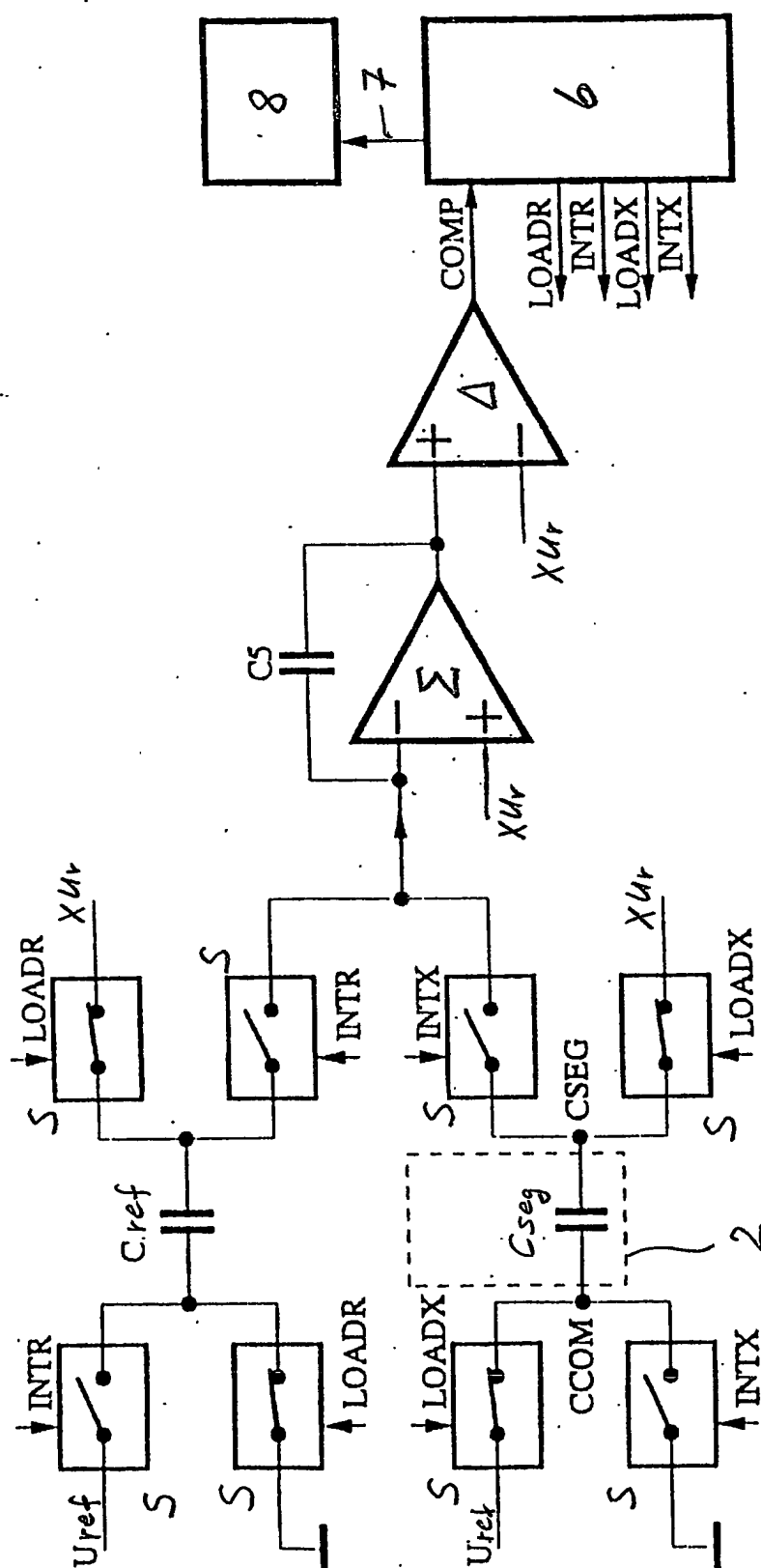


Fig. 14

8/9

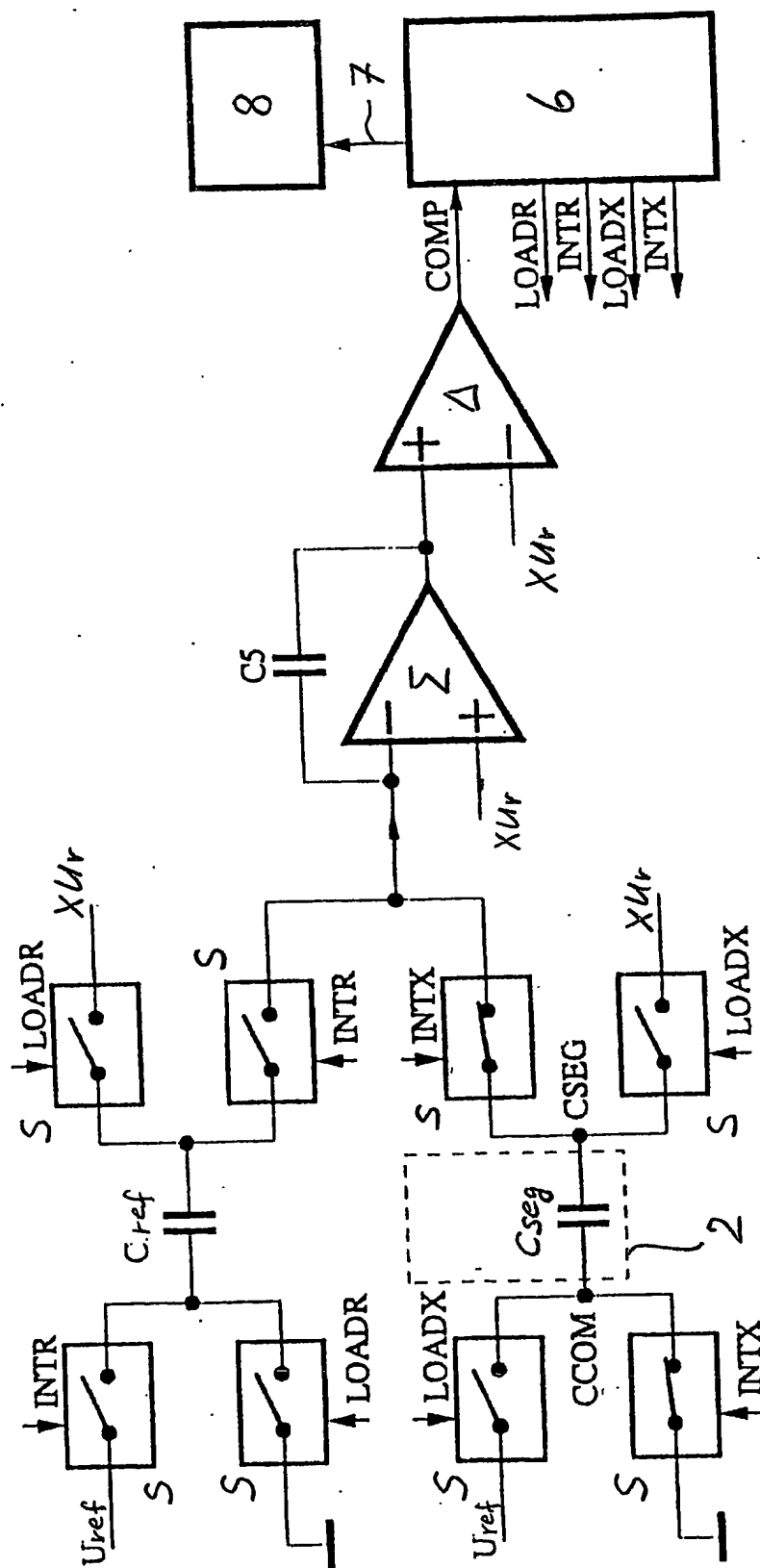


Fig. 15

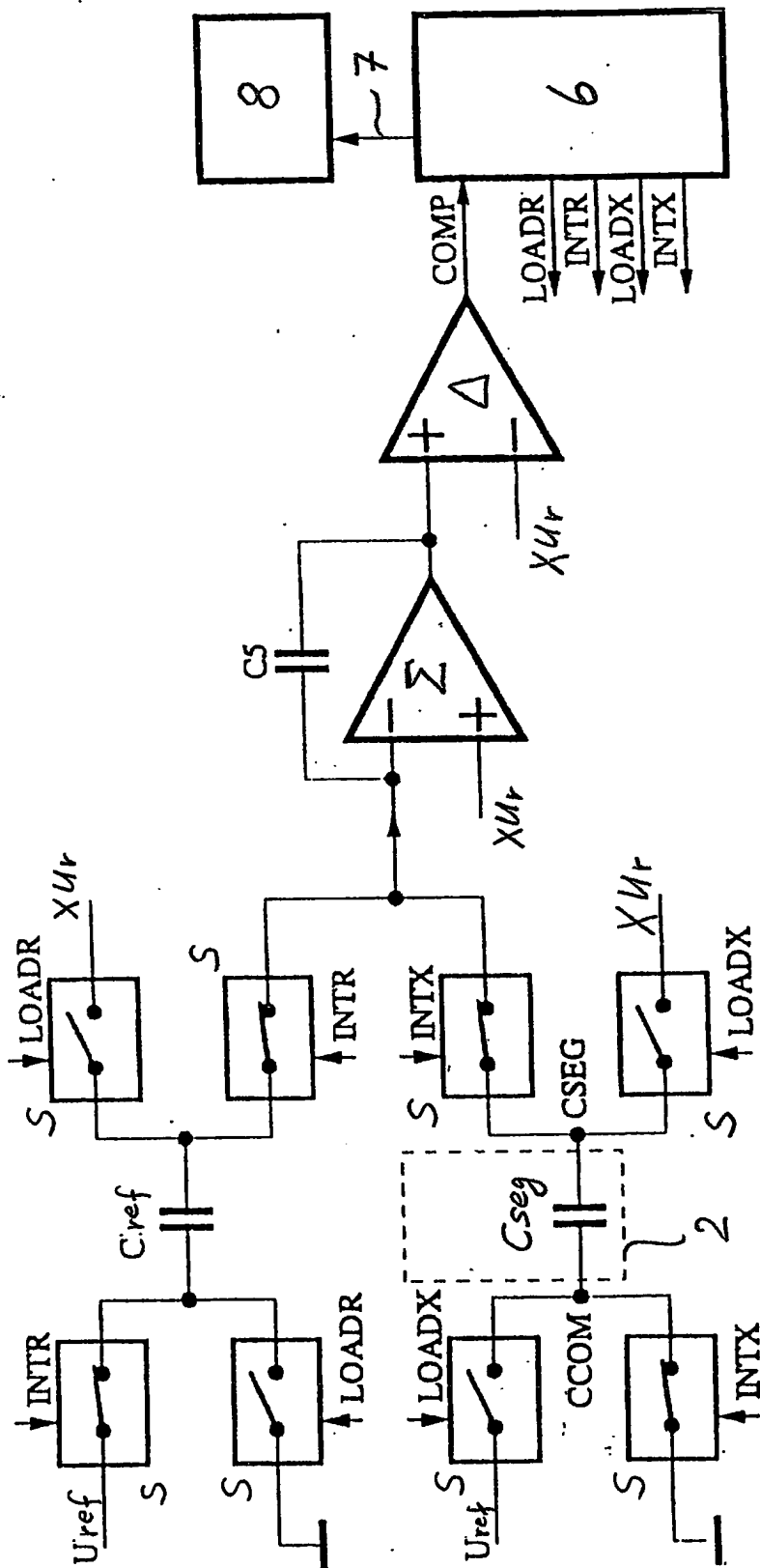


Fig. 16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**